

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 avril 2002 (11.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/29207 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

E21B 43/10, 17/14, 33/14, F16L 13/14

(71) Déposant et

(72) Inventeur : NOBILEAU, Philippe (FR/FR); 2, avenue
Fernand Martin, F-06230 Villefranche sur Mer (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR01/03091

(81) États désignés (national) : AU, BR, CA, GB, JP, MX, NO,
US.

(22) Date de dépôt international : 8 octobre 2001 (08.10.2001)

(25) Langue de dépôt :

français

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

60/239,011

6 octobre 2000 (06.10.2000) US

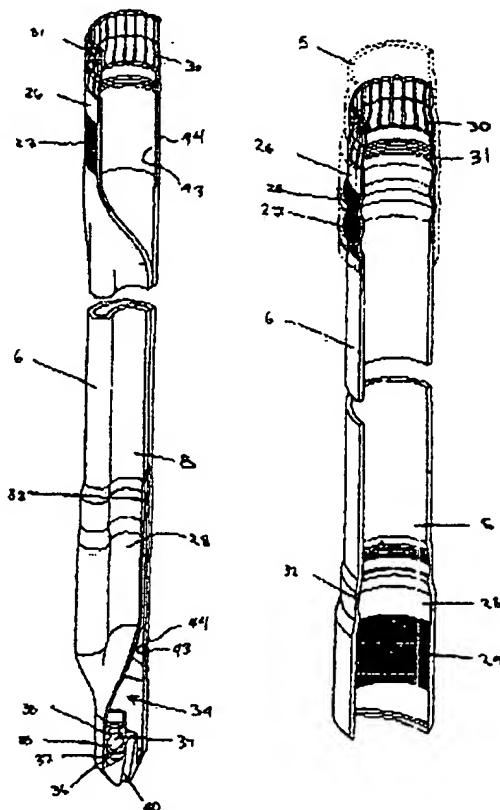
Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US
seulement

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR TUBING A BOREHOLE IN SINGLE DIAMETER

(54) Titre : METHODE ET SYSTEME DE CUVELAGE D'UN PUITS EN DIAMETRE UNIQUE



(57) Abstract: The invention concerns a method for tubing a borehole which consists in successively lowering an unlimited plurality of tubes having a common diameter, the next one through the preceding one, to be installed one beneath the other and sealingly connected. Thus a next tube (6) is lowered folded through the preceding tube (5) and the expansion process consists in sending fluid under pressure through the lining of the wellbore (54) towards the next tube (6) so as to re-inflate it or else the next tube (6) is a cylindrical tube having a diameter smaller than the internal diameter of the preceding tube (5) and the expansion process consists in forcing a cylindrical expansion mandrel (52) from the top (26) to the base (28) of the next tube (6) so as to increase its diameter to make it equal to the diameter of the preceding tube (5). The method can use a grouting shoe (34) and a metal-metal type of tightness (29).

(57) Abrégé : Méthode pour cuveler un puits dans laquelle une pluralité non limitée de cuvelages d'un même diamètre sont descendu successivement, le suivant à travers le précédent, pour être installé l'un en dessous de l'autre et relié d'une manière étanche. Ainsi un cuvelage suivant (6) est descendu replié à travers le cuvelage précédent (5) et l'expansion consiste à envoyer du fluide sous pression à travers la garniture de forage (54) vers le cuvelage suivant (6) de manière à le regonfler ou bien le cuvelage suivant (6) est un tube cylindrique ayant un diamètre inférieur au diamètre intérieur du cuvelage précédent (5) et l'expansion consiste à forcer un mandrin cylindrique d'expansion (52) de la tête (26) au pied (28) du cuvelage suivant (6) de manière à augmenter son diamètre pour le rendre égal au diamètre du cuvelage précédent (5). La méthode peut utiliser un sabot de cimentation (34) et une étanchéité de type métal-métal (29).

WO 02/29207 A1



Publiée :

- =** avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

METHODE ET SYSTEME DE CUVELAGE D'UN PUITS EN DIAMETRE UNIQUE**Domaine technique :**

Cette invention concerne en général les installations de cuvelage des puits de pétrole et en particulier une méthode pour descendre un cuvelage replié ou expansible dans un puit à travers un cuvelage précédent d'un diamètre donné, et regonfler le cuvelage plié, ou augmenter le diamètre du cuvelage expansible au diamètre donné.

Etat de la technique

D'une manière habituelle, les puits pétroliers sont forés en installant un cuvelage conducteur à une première profondeur puis en forant le puits jusqu'à une deuxième profondeur. Habituellement, un cuvelage formée par l'assemblage à l'aide d'un connecteur des longueurs de tube, chacune faisant environ 12 mètres de long, est descendu à travers le premier cuvelage jusqu'à la deuxième profondeur. Un laitier de ciment est alors injecté dans le cuvelage pour remonter dans l'espace annulaire entre le cuvelage et les parois du puits. Le forage reprend jusqu'à une troisième profondeur et le procédé est répété avec un cuvelage de plus petit diamètre concentrique. Exceptionnellement, un cuvelage de diamètre encore plus réduit peut être installé à une 4^{ème} profondeur.

Les cuvelages servent à supporter les parois du puits et empêcher la perte des boues de forage dans les terrains ou la production de fluides des terrains vers le puits à partir de couches autres que la zone de production projetée. La configuration concentrique de cuvelages de plus en plus petits demande un forage de grand diamètre à la partie supérieure du puits du fait de l'épaisseur des cuvelages et des connecteurs et également du minimum de jeu nécessaire à la circulation du ciment entre le cuvelage et la paroi du puits.

Les puits de grand diamètres sont plus coûteux à forer étant donné qu'ils demandent des outils de plus gros diamètre, plus de boue et nécessitent d'évacuer un volume de terrain foré supérieur. Egalement, un cuvelage de grand diamètre a une pression de service pour une épaisseur identique inférieure à un cuvelage de plus petit diamètre. En conséquence, chacun des cuvelages doit recouvrir les cuvelages

précédents jusqu'à la tête de puits pour accroître la capacité en pression, à mesure que la profondeur du puits s'accroît.

Dans les cas où le problème de pression n'est pas critique au niveau du cuvelage de production qui est le dernier cuvelage descendu et en conséquence le plus petit en diamètre, on descend le dernier cuvelage en liner du précédent et donc au lieu de
5 l'étendre jusqu'à la tête de puits de surface, la partie supérieure d'un liner est suspendue à partir de la surface intérieure du précédent cuvelage, généralement à une hauteur juste au dessus du pied du cuvelage précédent. On économise ainsi une certaine longueur de cuvelage, augmentant ainsi la section supérieure du puits, mais
10 étant donné que les liners sont toujours formés par l'assemblage de tubes d'un diamètre inférieur au cuvelage précédent, on limite toujours le diamètre du trou sur une hauteur substantielle entre la zone de production et la tête de puits.

Enfin, aujourd'hui lorsque l'on commence le forage d'un puits dans une zone mal connue géologiquement, forage d'exploration, il est nécessaire de surdimensionner
15 le nombre de cuvelages de façon à pouvoir faire face aux aléas que l'on rencontrera pendant le forage qui nécessiteront peut-être de cuveler le puits sans avoir atteint les profondeurs de sabot prévues. Pour prévoir ce genre de difficultés, on prévoit en général un cuvelage supplémentaire ce qui nécessite de démarrer le diamètre du forage une dimension de cuvelage au dessus de ce qui serait la plupart du temps
20 nécessaire et grève d'autant le coût des forages d'exploration.

Exposé de l'invention :

Par conséquent, le but de l'invention est d'offrir une méthode pour cuveler un puits dans laquelle une pluralité non limitée de cuvelages d'un même diamètre sont
25 descendu successivement, le suivant à travers le précédent, pour être installé l'un en dessous de l'autre et relié d'une manière étanche.

Un autre but de l'invention est de permettre d'éviter des volumes de forage inutiles et donner au foreur une totale liberté sur le nombre de cuvelages à descendre pour atteindre les objectifs du puits en toute sécurité.

30 L'objet de l'invention est donc une méthode pour cuveler un puits dans laquelle, après chaque phase de forage d'une profondeur déterminée à l'aide de la garniture de forage à partir d'une phase de forage précédente, un cuvelage est installé dans le puits, chacun des cuvelages successifs étant descendu à travers le cuvelage précédent

et la tête du cuvelage suivant étant relié d'une manière étanche au cuvelage précédent. Cette méthode comprend les étapes de:

- descente dans le puits à travers un cuvelage précédent ayant un diamètre prédéfini du cuvelage suivant sous une forme dont la plus grande dimension transversale est inférieure au diamètre intérieur du cuvelage précédent, la tête du cuvelage suivant étant suspendu à la garniture de forage,
- positionnement de la tête du cuvelage suivant à proximité du pied du cuvelage précédent,
- expansion du diamètre du cuvelage suivant de manière à ce que le diamètre du cuvelage suivant soit égal au diamètre prédéfini, et
- réalisation d'une liaison étanche entre la tête du cuvelage suivant et le pied du cuvelage précédent.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le cuvelage suivant est descendu replié à travers le cuvelage précédent et l'étape d'expansion consiste à envoyer du fluide sous pression à travers la garniture de forage vers le cuvelage suivant de manière à le regonfler puis à forcer un calibre de la tête au pied du cuvelage suivant de manière à ce que le cuvelage ait une forme cylindrique dont le diamètre est égal au diamètre prédéfini.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, le cuvelage suivant est un tube cylindrique ayant un diamètre inférieur au diamètre intérieur du cuvelage précédent et l'étape d'expansion consiste à forcer un mandrin cylindrique d'expansion de la tête au pied du cuvelage suivant de manière à augmenter son diamètre pour le rendre égal au diamètre prédéfini.

Brève description des dessins :

La figure 1 est une vue en coupe partielle en perspective d'un cuvelage replié selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe partielle en perspective d'un cuvelage expansible selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 est une vue en coupe partielle en perspective du cuvelage final selon le premier ou le second mode de réalisation de l'invention avec la tête de cuvelage forgée dans le pied de cuvelage du cuvelage précédent et le sabot foré.

Les figures 4a à 4c sont des vues en coupe du cuvelage replié, de l'outil de pose jusqu'au sabot, dans la configuration de descente selon le premier mode de réalisation de l'invention

La figure 4d est une vue en coupe du sabot dans la configuration de descente selon le second mode de réalisation de l'invention.

Les figures 5a et 5b sont des vues en coupe de l'outil de pose et du sabot, des figures 4a – 4c après que le cuvelage replié et le pied de cuvelage aient été regonflés selon le premier mode de réalisation de l'invention.

Les figures 6a et 6b sont des vues en coupe de l'outil de pose et du sabot de la figure 4d après que le pied de cuvelage ait été regonflé du cuvelage expansible selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 7a est une vue en coupe d'une portion de l'outil de pose des figures 4a et 4b lorsqu'il est poussé vers le bas pour dilater la tête du cuvelage selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 7b est une vue en coupe d'une portion de l'outil de pose des figures 4a et 4b lorsqu'il est poussé vers le bas pour dilater la tête du cuvelage selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 8a est une coupe du calibre détaché de l'outil de pose calibrant le cuvelage regonflé selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 8b est une coupe du mandrin d'expansion détaché de l'outil de pose dilatant le cuvelage expansible selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 9 est une coupe illustrant le calibre situé au sabot et reconnecté à l'outil de pose selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 10 est une coupe illustrant l'outil de pose forgeant la tête de cuvelage selon le premier ou le deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 11 est un agrandissement de la partie forgée de la figure 10.

Description détaillée de l'invention :

Se référant à la figure 1, le cuvelage 6 est formé de longueurs multiples de tube replié 8. Le cuvelage 6 comprend une tête de cuvelage 26 connectée par des longueurs de tube 8 au pied de cuvelage 28 également replié et à un sabot 34 partiellement replié. La tête de cuvelage 26 comprend des doigts d'accrochage 30.

La tête de cuvelage 26 comporte également des rainures triangulaires

circonférentielles 27 sur sa surface extérieure. De préférence, un revêtement de métal mou est disposé en fond de rainure triangulaire 27 pour faciliter l'étanchéité. Les crêtes des rainures triangulaires permettent d'augmenter la pression de contact pour favoriser l'étanchéité metal-metal. Un profil à rainure intérieure 31 est disposé
5 sur le diamètre intérieur de la suspension 26 pour permettre l'accrochage sur l'outil de pose 50 (figure 4b). Le cuvelage 8 relié à la tête de cuvelage 26 peut s'étendre en cuvelage 6 sur plusieurs milliers de mètres.

Le pied de cuvelage 28 comprend un profil à rainure intérieure 32 destiné à recevoir les doigts d'accrochage 30 de la tête de cuvelage 26 du cuvelage suivant
10 (non visible) qui sera suspendu en dessous. Le pied de cuvelage 28 a une surface de rainure triangulaire 29 (figure 3) qui d'une manière similaire coopère avec les rainures triangulaires 27 de la tête de cuvelage 26 du prochain cuvelage (non visible) qui sera suspendu en dessous.

Le sabot de cimentation 34 est décalé par rapport à l'axe du cuvelage 6 et
15 comprend un clapet anti-retour 35 avec un siège supérieur d'étanchéité 38, un siège inférieur 36 maintenu en place par des goupilles de cisaillement 37, étanche dans le sabot de cimentation 34 par des joints, une bille flottante 39 et un passage de fluide 40 reliant le clapet anti-retour 35 à la sortie inférieure. Le sabot qui est partiellement replié pourra être construit en aluminium afin d'être facilement fraisable par des
20 outils de forage standard.

La figure 1 montre le cuvelage 6 et le pied de cuvelage 28 dans une configuration repliée. La tête de cuvelage 26 et le sabot 34 ne sont pas repliés. La tête de cuvelage 26 sera dans un premier temps dilatée cylindriquement (figure 7a) pour permettre la descente de l'outil de pose et du calibre, puis sera finalement dilatée en sertissage
25 dans le pied de cuvelage 28 du précédent cuvelage installé.

La figure 2 montre la même configuration de cuvelage que la figure 1 à l'exception près que le corps du cuvelage est constitué de tubes dilatables 8' et non replié 8' mais on retrouve les même tête de cuvelage 26 dilatables et pied de cuvelage 28 gonflable décrit sur la figure 1.

30 Se référant à la figure 3, la tête de cuvelage 26 est suspendue au précédent cuvelage déplié 5 par l'intermédiaire des doigts d'accrochage 30. Les rainures triangulaires 27 ont été déformées pour interpénétrer les rainures triangulaires 28 du précédent cuvelage 5. Le cuvelage 8 a été regonflé.

Se référant aux figures 4a et 4b, l'outil de pose 50 est utilisé pour descendre un cuvelage replié 6 dans un puits 1. L'outil de pose 50 comprend un calibre détachable 52 qui est montré attaché à la partie inférieure de l'outil de pose 50. La partie supérieure de l'outil de pose 50 est mécaniquement et d'une façon étanche connecté à la garniture 54 qui remonte jusqu'à la surface. Un espace annulaire 58 pour le retour de circulation vers la surface est situé entre la garniture 54 et le cuvelage 5 précédemment installé.

Une chemise annulaire 60 est située à la partie supérieure de l'outil de pose 50. Lorsqu'un fluide est injecté dans la garniture 54, il traverse la chemise annulaire 60 et entre dans l'outil de pose 50. La chemise annulaire 60 est maintenue dans une chambre de l'outil de pose 50 d'une manière étanche et maintenue en place par des goupilles de cisaillement 64. Lorsqu'elle se trouve dans la position supérieure illustrée dans la figure 4a, la chemise annulaire 60 ferme l'accès 66 qui alimente les deux chambres des pistons 73.

Un passage de retour de fluide 72 est connecté à l'espace annulaire de la garniture 54. Le retour de fluide 72 s'étend à travers le corps supérieur 68 de l'outil de pose 50. Une chemise 71, comportant une paire de pistons 74, peut se déplacer axialement par rapport au corps supérieur 68 et comporte de multiples joints d'étanchéité entre le corps supérieur 68 et les pistons 74. Ceci forme de multiples chambres 73 entre le corps supérieur 68 et les pistons 74.

Un anneau de sertissage ou de forgeage 78 est situé à la partie inférieure du piston 74, et attaché au corps supérieur 68 par des dispositifs de liaison 80. La chemise 71 actionne l'anneau de sertissage 78 par l'intermédiaire d'un cône. Une coupelle supérieure 82 et une coupelle inférieure 84 fournissent des étanchéités entre le corps supérieur de l'outil de pose 68 et le cuvelage 5 précédemment installé. Un corps central 86 est fixé en dessous du corps supérieur 68. Un corps inférieur 118 est situé en dessous du corps central 86. Le calibre détachable 52 est placé en dessous du corps inférieur 118.

Le calibre détachable 52 possède un alésage fileté engageant le corps inférieur 118 par l'intermédiaire d'un anneau fileté rétractable 110 situé à la partie inférieure du corps inférieur 118. Un anneau élastique est placé sur le calibre détachable 52 pour coopérer avec le profil à gorge 31 de la tête de cuvelage 26 du cuvelage 6. Le calibre détachable 52 possède un anneau de calibrage 128.

Un passage de fluide 88 traverse l'outil de pose 50 et le calibre détachable 52. Le fluide de retour remonte l'annulaire 122 qui existe initialement entre le cuvelage 6 suivant et le cuvelage 5 précédent. L'espace annulaire 122 s'étendant entre le calibre détachable 52 et le cuvelage 5 contourne la coupelle 89 par l'intermédiaire d'un clapet inférieur 98 et communique avec le retour inférieur de fluide 120 au niveau d'un clapet central 94. Le clapet inférieur 98 comprend une bille 99 et le clapet central 94 comprend une bille 96. Le clapet 94 est situé à la partie inférieure du passage de fluide de retour 120. Le retour de fluide à travers le passage 120 communique avec un clapet supérieur 90 avant d'entrer dans le passage de retour de fluide 72. Le clapet supérieur 90 comprend une bille 92 et communique avec l'annulaire 122 entourant l'outil de pose 50. Le clapet 90 est situé au dessus de la coupelle inférieure 84 alors que le clapet 94 est situé en dessous. Le clapet supérieur 90 permet le passage de fluide de l'annulaire 122 vers le retour de fluide 72, mais interdit la circulation inverse. Le retour de fluide 72 communique avec l'annulaire 58 de la garniture 54. Le retour de fluide 88 communique avec le clapet inférieur 100 avant d'entrer le calibre détachable 52. Le clapet inférieur 100 comprend une bille 102 située dans le conduit de fluide 88.

Un cuvelage 103 mobile axialement s'étend à la partie inférieure du corps inférieur 118 et du calibre détachable 52 tel que montré sur la figure 4b. Le cuvelage 103 a une extrémité supérieure qui passe à travers un alésage pour agir sur la bille 96. L'extrémité inférieure s'étend à travers un passage dans le calibre détachable 52 pour agir sur la bille 102. Un ressort 105 applique une force verticale vers le bas sur le cuvelage 103. Dans la position illustrée en figure 4b, l'extrémité supérieure du cuvelage 103 empêche la bille 96 de se déplacer vers la droite empêchant la fermeture du clapet 94. L'extrémité inférieure du cuvelage 103 empêche le déplacement de la bille 102 vers la gauche bloquant ainsi le clapet 100.

La figure 4 c illustre un sabot de cimentation 34 dans une configuration repliée descendu dans une section élargie du puits. Lors de sa descente sur la garniture 54, le poids du cuvelage 6 sera suspendu par l'intermédiaire d'un anneau élastique 114 situé sur le calibre détachable 52 qui engage un profil à gorge 31. Cette position est illustrée sur la figure 4b avec l'outil de pose 50 et le cuvelage 6 en train de descendre à travers le cuvelage 5 précédent.

Lorsque la profondeur désirée est atteinte les doigts d'accrochage 30 de la tête de cuvelage 26 du cuvelage 6 s'accrochent sur le profil à rainure 32 dans le pied de cuvelage 28 du cuvelage 5 précédent. Cet accrochage est illustré sur la figure 5a. Cet accrochage arrête la descente de la garniture 54 et du cuvelage 6. Ensuite le cuvelage 6 et le pied de cuvelage situés au dessus du sabot 34 sont regonflés en injectant un fluide sous pression de la surface. Les figures 11a et 11b montrent le cuvelage 6 et le sabot 34 après regonflage. Un fluide tel que de l'eau ou une boue de forage est pompé à travers la garniture 54. Le fluide passe à travers la chemise 60 (figure 4a) pour atteindre le conduit 88. Le fluide passe à travers le clapet 102 et alimente l'intérieur du cuvelage 6. A la partie inférieure du cuvelage 6, le fluide atteint le sabot de cimentation 34 et est empêché d'atteindre le passage de fluide 40 par le clapet 39 qui est initialement maintenu dans la position haute de la figure 4c par des goupilles de cisaillement 37 et le siège 36. La pression du fluide regonfle le cuvelage 6 et le pied de cuvelage 28 pour leur redonner leur forme cylindrique. Lorsqu'une pression déterminée est atteinte, les goupilles 37 sont cisailées permettant au siège 36 de se déplacer vers le bas dans la position illustrée à la figure 6b. Ce niveau de pression est déterminé pour assurer que le cuvelage 6 et le pied de cuvelage 28 possèdent une forme cylindrique suffisante. La pression peut maintenant se décharger à travers le passage 40 du sabot 34 dans le puits.

Lorsque le cuvelage 6 est regonflé, le volume de fluide contenu dans le puits autour du cuvelage 6 est chassé. Se référant à la figure 5a, le volume de fluide se déplace à travers l'annulaire 122 du recouvrement entre le cuvelage 5 et le cuvelage suivant 6 en cours d'installation. De fait de la présence de la coupelle 84 en contact avec le cuvelage 5, le volume de fluide de retour ne peut progresser vers le haut autour de l'outil de pose 50. Le retour passe à travers le passage latéral vers le clapet 94 et du clapet 94 vers le passage de retour 120 (figure 5a). Le fluide contenu son retour de passage 120 dans le passage 72 (figure 4a) et de là vers l'annulaire 58 autour de la garniture 54 pour atteindre la surface.

Après le regonflage, comme illustré sur les figure 5a et 5b, le calibre détachable 52 sera forcé vers le bas de l'outil de pose 50 vers le sabot 34 pour rectifier toute imperfection du cuvelage 6. Ceci est effectué en fermant le bloc d'obturation de puit (non visible) à la surface autour de la garniture 54 et en appliquant une pression dans l'annulaire 58 de la garniture 54. Cette pression agit sur la coupelle supérieure 82

(figure 4a) entraînant le corps supérieur 68 dans un mouvement vers le bas avec la garniture 54 sur une courte distance à l'intérieur du cuvelage 6. L'anneau élastique 114 se libère des rainures 116 et se déplace vers le bas dans le cuvelage 6 tel qu'on le voit sur la figure 7a. Les doigts d'accrochage 30 (figure 5a) continuent à supporter le poids du cuvelage 6. La coupelle supérieure 82 de l'outil de pose 50 reste au dessus de l'extrémité inférieure du cuvelage 5 préalablement installé, par contre la coupelle inférieure 84 se déplace dans la suspension 26 du cuvelage 6. Lorsque la position désirée est atteinte, l'opération arrête le pompage du fluide dans l'annulaire de la garniture 58.

10 La garniture 54 est tournée vers la droite. Le calibre détachable 52 est connecté à l'anneau fileté rétractable 110 par un filetage à pas à gauche et possède un dispositif anti-rotation (non visible) qui engage la surface intérieure de la suspension du cuvelage 6. L'outil de pose 50 tourne avec la garniture 54 dévissant le calibre détachable 52 tel qu'illustré dans la figure 8a. Lorsque le calibre détachable 52 se sépare du corps inférieur 118 de l'outil de pose, le cuvelage 103 reste avec le corps inférieur 118. Le ressort 105 pousse sur le cuvelage 103 vers le bas permettant à la bille 96 de se déplacer vers une position de fermeture bloquant le passage d'un fluide vers le haut à travers le clapet 94. Egalement l'absence du tube 103 dans le clapet 100 permet à la bille 102 de fermer le passage 88 du clapet 100. La fermeture des clapets 94 et 100 et les coupelles inférieures 89 et 84 permettent à la pression du fluide de pousser sur le calibre détachable 52.

Une fois dévissé, l'opérateur applique une pression de fluide à l'intérieur de la garniture 54. Cette pression traverse le passage 88 et sort à la partie inférieure du corps inférieur 118. Cette pression atteint le passage 140 poussant sur la chemise d'activation 142 qui pousse les coins 150 sur le profil conique du corps 118 contre la surface intérieure de la précédente colonne 5 afin d'éviter tout déplacement de l'outil de pose 50 vers le haut. Le ressort hélicoïdal 148 empêchait l'engagement des coins 150 durant la descente du cuvelage 6 à travers le cuvelage 5. La pression agit également sur la coupelle 89 du calibre détachable 52, le propulsant ainsi vers le bas.

30 L'anneau de calibrage 128 calibre le cuvelage 6 à la configuration souhaitée par la descente du calibre détachable 52 dans le cuvelage 6. A l'extrémité inférieure du cuvelage 6, le calibre détachable 52 entre dans le pied de cuvelage 28 tel qu'illustré dans la figure 9 du second mode de réalisation de l'invention. Le conduit inférieur

concentrique du calibre détachable 52 pénètre dans le logement du sabot 34 directement au dessus de la bille 39. L'opérateur arrête le pompage du fluide par la garniture.

Ensuite, l'opérateur descend l'outil de pose 50 par l'intermédiaire de la garniture
5 54 jusqu'à ce que le corps inférieur 118 réengage le calibre détachable 52 tel qu'illustré sur la figure 9. Le cuvelage 103 pénètre de nouveau dans le passage du calibre détachable 52 ouvrant de nouveau le clapet 100. La partie supérieure du cuvelage 103 repousse la bille 96 vers la gauche ouvrant le clapet 94. L'anneau fileté rétractable 110 permet au calibre détachable 52 de reconnecter à l'outil de pose par
10 un simple mouvement de translation verticale.

L'opérateur injecte ensuite du ciment dans la garniture 54 qui communique à travers le passage 88 et le clapet 35 au sabot de cimentation 34. le ciment remonte dans l'annulaire entourant le cuvelage 6. Le fluide du puits déplacé par le ciment retourne à travers l'annulaire 122 (figure 4b) et le clapet 104, et remonte à travers le
15 passage 120. La bille 39 du sabot de cimentation 34 empêche le retour du ciment vers le l'outil de pose 50.

Pendant que le ciment prend, l'opérateur remonte l'outil de pose 50 jusqu'au niveau de la tête du cuvelage 6 pour sertir la tête de cuvelage 26 au pied de cuvelage 28 du cuvelage 5 préalablement installé. Le calibre détachable 52 reste connecté à
20 l'outil de pose 50. Le sertissage est illustré aux figure 10 et 11. L'opérateur laisse tomber une bille 132 a travers la garniture 54 qui atterri sur la chemise 60 obturant ainsi le passage 88. L'injection de fluide à travers la garniture 54 entraîne le cisaillement des goupilles 64 permettant la translation de la chemise 60 vers le bas. Ceci ouvre une communication avec le passage 66 qui débouche sur les chambres
25 des deux pistons 73. La pression agit sur les pistons 74 entraînant un déplacement relatif de la chemise 71 par rapport au corps supérieur 68. Ceci entraîne une expansion de l'anneau de sertissage 78 qui déforme et sert la tête de cuvelage 26 dans le pied de cuvelage 28. les gorges triangulaires 27 et 29 s'interpénètrent pour fournir une étanchéité aidé en cela par le revêtement de métal mou présent en fond
30 de rainure triangulaire.

L'opérateur relâche la pression de sertissage et teste en pression l'étanchéité à l'aide de la coupelle supérieure 82. Ceci est réalisé par la fermeture du bloc d'obturation de puits autour de la garniture et l'application d'une pression dans

l'espace annulaire 58 autour de la garniture. La coupelle inférieure 82 empêche le fluide de s'écouler par la partie inférieure de l'outil de pose. Si le sertissage fuit, la pression ne peut être maintenue. Si aucune fuite est constatée, l'opérateur remonte l'outil de pose 50 à travers le cuvelage 5. Après l'installation les cuvelages 5 et 6 possèdent les mêmes diamètres intérieurs et extérieurs. Si le puits doit être foré plus profond, le sabot de cimentation 34 sera foré car il est fait d'un métal friable tel que l'aluminium. Sa configuration excentrique réduit les chances qu'il se mette en rotation simultanée avec l'outil de forage. Il comporte également un cône de transition 33 qui possède un axe de révolution incliné par rapport à l'axe du puits pour éviter la découpe de la paroi du cône 33 sur toute sa circonférence au même moment. Dans le second mode de réalisation de l'invention (ref. figure 2), le cuvelage 8' n'est pas replié mais est cylindrique lors de sa descente dans le puits. Le cuvelage 8' peut être dilaté pour obtenir la même dimension obtenue par le cuvelage 8 regonflé. Le cuvelage 8' peut être composé de longueurs d'environ 12 mètres qui sont assemblées par des connecteurs filetés pendant la descente comme pour les cuvelages conventionnels. Cependant, le cuvelage 8' expansible possède un diamètre plus petit pendant sa descente afin de passer à travers le cuvelage composé à partir de cuvelages de même dimensions mais dilatés. Le cuvelage 8' est dilaté au même diamètre que la précédente colonne après avoir atteint la profondeur désirée. Par exemple, le cuvelage 8' peut avoir un diamètre extérieur de 6-1/4 pendant sa descente et un diamètre dilaté de 7". Le cuvelage 6' se raccourcira en longueur lors de l'expansion. Les mêmes outils de pose 50, tête de cuvelage expansibles 28 et pied de cuvelage replié 28 avec sabot 34 sont utilisés. Les mêmes numérotations seront utilisées dans le second mode de réalisation de l'invention à l'exception d'un indice prime lorsqu'on se réfère au cuvelage. L'assemblage de la figure 2 sera composé d'un cuvelage 6' de tube 8' qui est cylindrique mais expansible. Du fait que le pied de cuvelage 28 doit être d'un diamètre supérieur à la précédente colonne installée, il sera replié de la même façon qui est décrite dans le premier mode de réalisation de l'invention illustré à la figure 1. Les longueurs de tube 8' sont vissées ensemble en surface et attachées à l'outil de pose 50 par l'intermédiaire de la tête de cuvelage 26 (figure 4a). L'outil de pose 50 est descendu sur la garniture 54 jusqu'à la profondeur désirée. La figure 4d illustre un pied de cuvelage replié 28 et un sabot de

cimentation 34 attaché à une colonne expansible 6' alors qu'il est descendu à travers le cuvelage précédente 5'.

Comme illustré sur la figure 6a les doigts d'accrochage 30 de la tête de cuvelage 26 accrocheront le profil à gorge 32 du pied de cuvelage 28 du cuvelage précédente 5'. L'opérateur exerce une pression à travers la garniture 54 qui regonfle le pied de cuvelage 28 du cuvelage 6' tel qu'on le voit dans la figure 6b. La pression du fluide est transmise à travers l'outil de pose 50 de la même façon que dans le premier mode de réalisation de l'invention. L'outil de pose 50 est alors poussé vers le bas sur une courte distance jusqu'à la position illustrée à la figure 7b l'anneau supérieur d'expansion 128' et l'anneau inférieur 130' ayant un diamètre inférieur à l'anneau 128' situé à l'intérieur du cuvelage 6'. En positionnant deux ou plusieurs anneaux d'expansion ayant des diamètres différents, on évite une striction prématurée de se produire sur le cône d'expansion du fait de la présence de petits défauts. Le mouvement vers le bas est obtenu par l'application d'une pression sur l'annulaire 58 de la garniture (figure 6a) qui agit sur la coupelle supérieure 82 poussant ainsi l'ensemble de l'outil de pose vers le bas. A mesure que les anneaux d'expansions 128 et 130 entrent dans le cuvelage 6', ils commencent l'expansion du cuvelage 6' vers le diamètre final.

L'opérateur alors libère par rotation le mandrin d'expansion détachable 52' de la même façon que le calibre détachable 52 du premier mode de réalisation de l'invention. L'opérateur injecte à travers la garniture pour repousser le mandrin d'expansion détachable 52' vers le bas s'éloignant de l'outil de pose 50 tel qu'il est montré dans la figure 8b. Ceci est réalisé de la même façon que décrite dans le premier mode de réalisation de l'invention à l'exception que les joints 132 sont utilisés à la place de la coupelle 89. Des joints de plus petite dimension peuvent être utilisés étant donné que les cuvelages expansibles ont une surface intérieure de meilleure qualité offrant un coefficient de friction inférieur à des cuvelages conventionnels qui sont utilisés dans les cuvelages repliés. A mesure que le mandrin expansible détachable 52' se déplace vers le bas, il dilate le cuvelage 6' au diamètre final. Il y aura un déplacement du fluide situé dans l'espace annulaire entourant le cuvelage 6'. Ce fluide déplacé retourne à travers l'annulaire 122 (figure 10b), le clapet 94 et les passages de retour 120 et 72 vers l'annulaire de la garniture 58 (figure 4a).

Lorsque le mandrin expansible détachable 52' atteint le sabot 34, l'opérateur descend l'outil de pose 50 sur la garniture 54 afin que l'outil de pose reconnecte le mandrin d'expansion détachable 52'. Ceci est réalisé de la même façon que dans le premier mode de réalisation de l'invention et l'ensemble devient comme indiqué sur la figure 9. L'opérateur pompe un laitier de ciment à travers la garniture qui sort par le passage 40 et remonte l'espace annulaire entourant le cuvelage 6' de la même façon que dans le premier mode de réalisation de l'invention. Après cimentation, l'opérateur remonte l'outil de pose jusqu'au niveau de la tête de cuvelage 26 et la sertit au pied de cuvelage 28 du cuvelage 5' de la même façon que le premier mode de réalisation de l'invention. Cette procédure est illustrée aux figure 10 et 11. L'opérateur teste et fore le sabot de la même façon que dans le premier mode de réalisation de l'invention.

Comme on peut le constater, un système de cuvelage à diamètre unique peut être construit autour d'un cuvelage replié ou d'un cuvelage expansible. La réduction de diamètre pour sa descente à travers le cuvelage précédent de même dimension peut être obtenue à partir des deux techniques de repliage de cuvelage ou d'expansion de cuvelage. Dans certains cas, il peut être avantageux de combiner les deux techniques en repliant un cuvelage de 6-5/8' pour obtenir un diamètre extérieur de 6' et ensuite à la place de calibrer au même diamètre le dilater pour obtenir un diamètre de 7', en conséquence être capable de combiner la capacité d'utiliser des cuvelages épais et l'écrouissage réduit de la technique repliée avec la bonne géométrie de la technique dilatée.

En dépit du fait que les colonnes sont assemblées à partir de longueurs droites dans la description, des cuvelages continus sur bobines peuvent être utilisés pour construire un système de cuvelage à diamètre unique.

REVENDICATIONS

1. Méthode de cuvelage d'un puits du type dans laquelle, après chaque phase de forage d'une profondeur déterminée à l'aide de la garniture de forage à partir d'une phase de forage précédente, un cuvelage (6, 6') est installé dans le puits, chacun des cuvelages successifs étant descendu à travers le cuvelage (5, 5') installé précédemment et la tête (26) du cuvelage suivant étant relié d'une manière étanche au cuvelage précédent (5, 5');
5

ladite méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes :

a) descente dans le puits à travers un cuvelage précédent (5, 5') ayant un diamètre prédéfini d'un cuvelage suivant (6, 6') sous une forme dont la plus grande dimension transversale est inférieure au diamètre intérieur dudit cuvelage précédent (5, 5'), la tête (26) dudit cuvelage suivant étant suspendue à la garniture de forage (54),
10

b) positionnement de la tête (26) dudit cuvelage suivant (6, 6') à proximité du pied (28) dudit cuvelage précédent (5, 5'),

c) expansion du diamètre dudit cuvelage suivant (6, 6') de manière à ce que le diamètre dudit cuvelage suivant (6, 6') soit égal audit diamètre prédéfini, et
15

d) réalisation d'une liaison étanche entre la tête (26) dudit cuvelage suivant (6, 6') et le pied (28) dudit cuvelage précédent (5, 5').

2. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle ledit cuvelage suivant (6, 6') est descendu replié à travers ledit cuvelage précédent (5, 5') et l'expansion de l'étape c) consiste à envoyer du fluide sous pression à travers ladite garniture de forage (54) vers ledit cuvelage suivant (6, 6') de manière à le regonfler puis à forcer un calibre de ladite tête (26) audit pied (28) du cuvelage suivant (6, 6') de manière à ce que ce dernier ait une forme cylindrique dont le diamètre est égal audit diamètre prédéfini.
20
25

3. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle ledit cuvelage suivant (6, 6') est un tube cylindrique ayant un diamètre inférieur au diamètre intérieur dudit cuvelage précédent (5, 5') et l'expansion de l'étape c) consiste à forcer un mandrin cylindrique d'expansion de ladite tête (26) audit pied (28) du cuvelage suivant (6, 6') de manière à augmenter son diamètre pour le rendre égal audit diamètre prédéfini.
30

4. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle ledit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5') est descendu replié pendant la descente puis regonflé par l'envoi d'un fluide sous pression à

travers ladite garniture de forage (54) après l'étape b) de façon à obtenir un diamètre intérieur élargi égal ou supérieur au diamètre prédéfini.

5 5. Méthode selon la revendication 4, dans laquelle ledit positionnement de l'étape b) de ladite tête (26) dudit cuvelage suivant (6, 6') consiste à suspendre ladite tête (26) du cuvelage suivant (6, 6') audit pied (28) dudit cuvelage précédent (5, 5').

10 6. Méthode selon la revendication 5, dans laquelle ladite tête (26) du cuvelage suivant (6, 6') est suspendu par l'intermédiaire de doigts élastiques (30) qui autorisent l'expansion de ladite tête (26) ainsi que le passage du retour du fluide dans l'espace annulaire (122) compris entre le cuvelage et le puits.

15 7. Méthode selon la revendication 4, dans laquelle ladite tête (26) dudit cuvelage suivant (6, 6') est dilaté en forçant un mandrin d'expansion (52, 52') à travers ladite tête (26) du cuvelage suivant (6, 6').

8. Méthode selon la revendication 4, dans laquelle un sabot de cimentation partiellement déformable (34) obture l'extrémité inférieure dudit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5').

20 9. Méthode selon la revendication 8, dans laquelle ledit sabot de cimentation (34) comporte une extrémité inférieure cylindrique non déformable d'un diamètre inférieur audit diamètre intérieur dudit cuvelage précédent (5, 5') et cette extrémité est excentrée par rapport à l'axe dudit cuvelage précédent (5, 5') lorsque ledit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5') est regonflé.

25 10. Méthode selon la revendication 8, dans laquelle la partie forable dudit sabot de cimentation (34) est en aluminium de manière à être facilement fraisable avec des outils de forage standard.

30 11. Méthode selon la revendication 8, dans laquelle ledit cuvelage suivant (6, 6') est cimenté dans ledit puits par pompage d'un laitier de ciment à travers ladite garniture de forage (54) et à travers ledit sabot de cimentation (34), le retour de fluide de l'espace annulaire (122) formé entre ledit puits et ledit cuvelage suivant (6, 6') se faisant entre ladite tête (26) du cuvelage suivant (6, 6') et ledit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5').

12. Méthode selon la revendication 4, dans laquelle ladite liaison étanche est réalisée par une ou plusieurs déformations plastiques ou forgeages d'anneaux localisés sur ladite tête (26) du cuvelage suivant (6, 6') afin que la surface extérieure de chaque anneau coopère d'une manière étanche avec la surface intérieure élargie dudit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5').

5

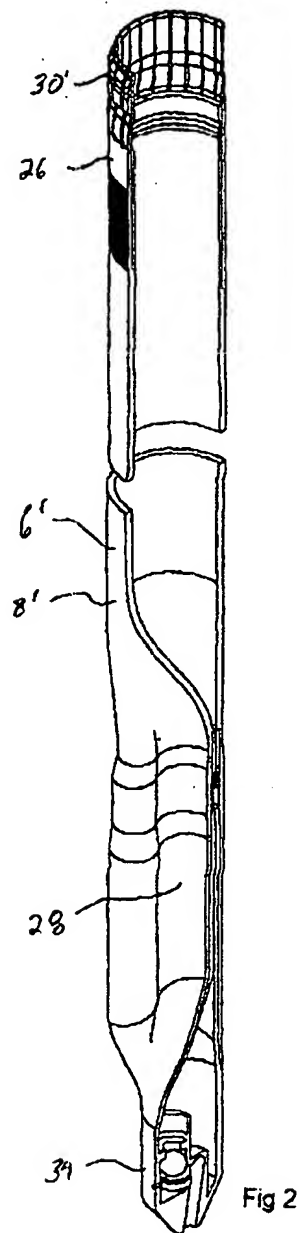
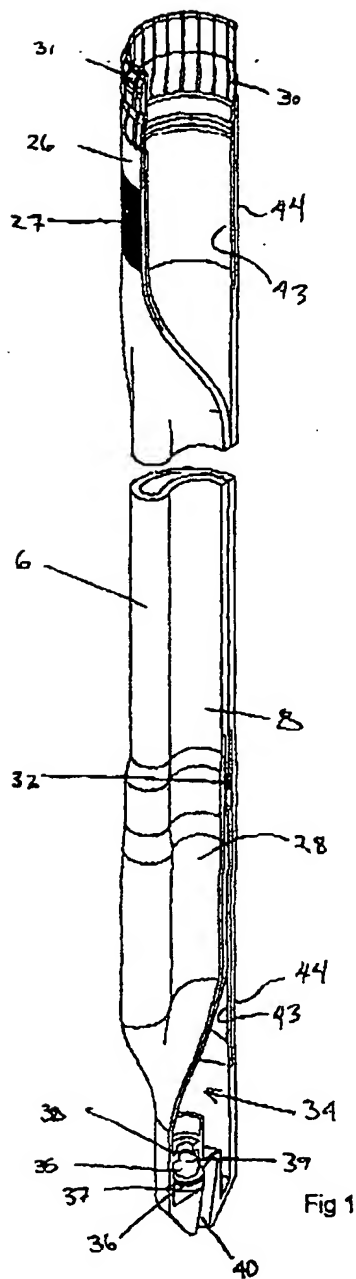
13. Méthode selon la revendication 12, dans laquelle ladite surface intérieure élargie dudit pied (28) du cuvelage précédent (5, 5') ou ladite surface extérieure de l'anneau déformé plastiquement comporte des rainures circulaires (27 ou 29) augmentant la pression de contact pour favoriser l'étanchéité de type metal-metal.

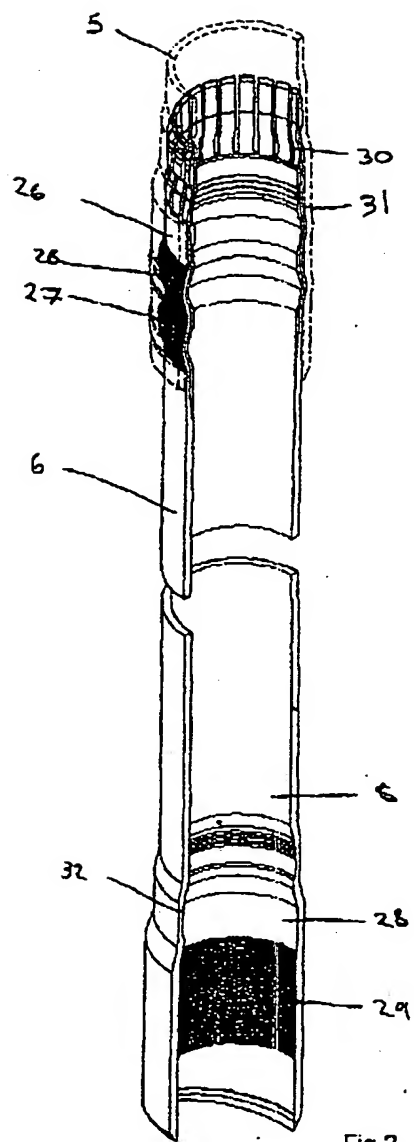
10

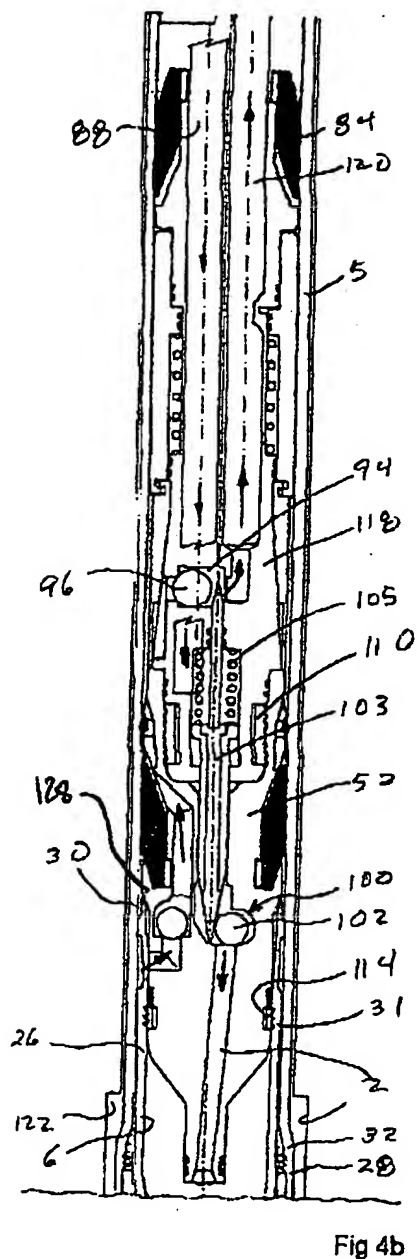
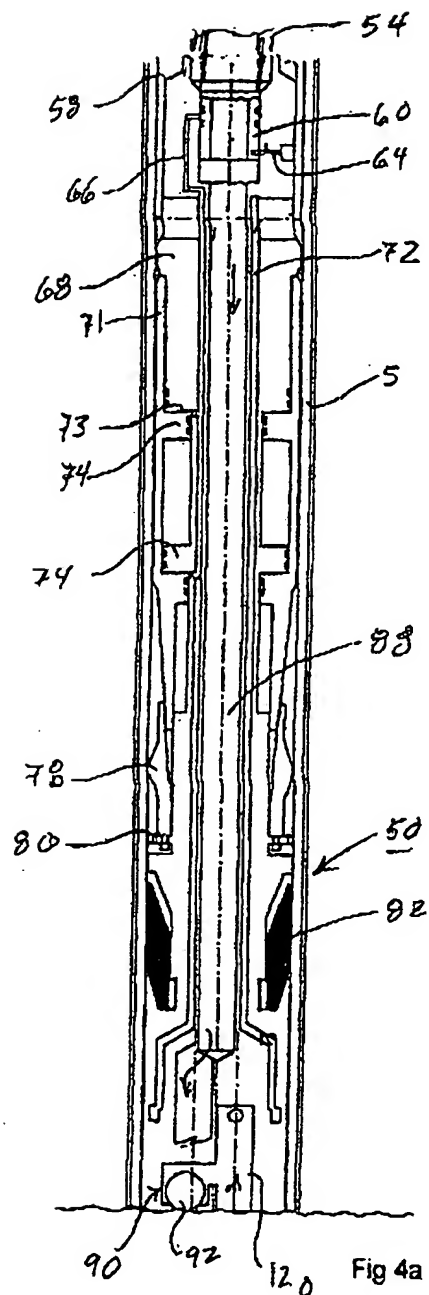
14. Méthode selon la revendication 15, dans laquelle lesdites surfaces coopérant pour réaliser ladite liaison étanche comportent des rainures de même pas (27, 29) et un métal mou est disposé en fond de rainure pour permettre l'interpénétration des rainures afin d'améliorer la tolérance aux débris et aux rayures.

15

15. Système de cuvelage de puits comprenant des moyens adaptés pour mettre en œuvre les étapes de la méthode selon l'une des revendications précédentes.







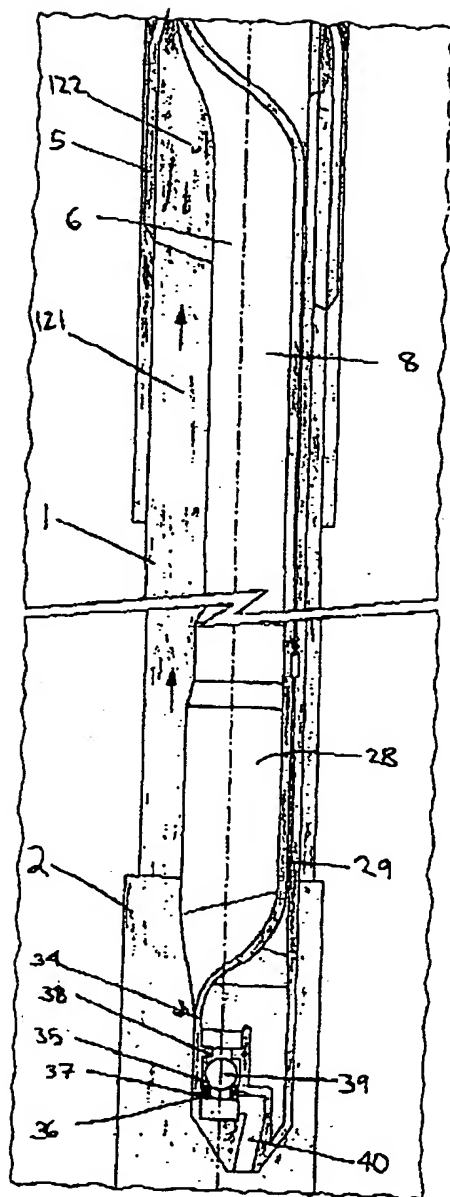


Fig 4c

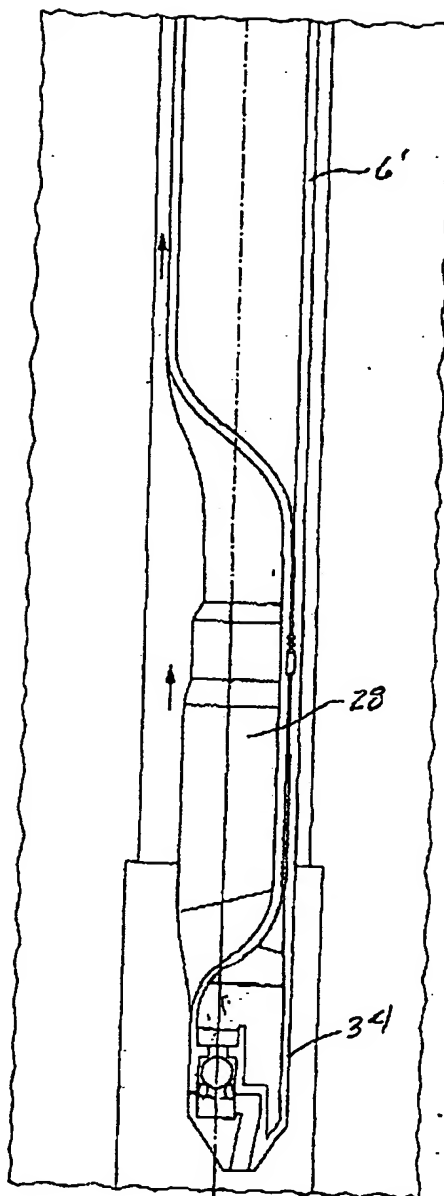


Fig 4d

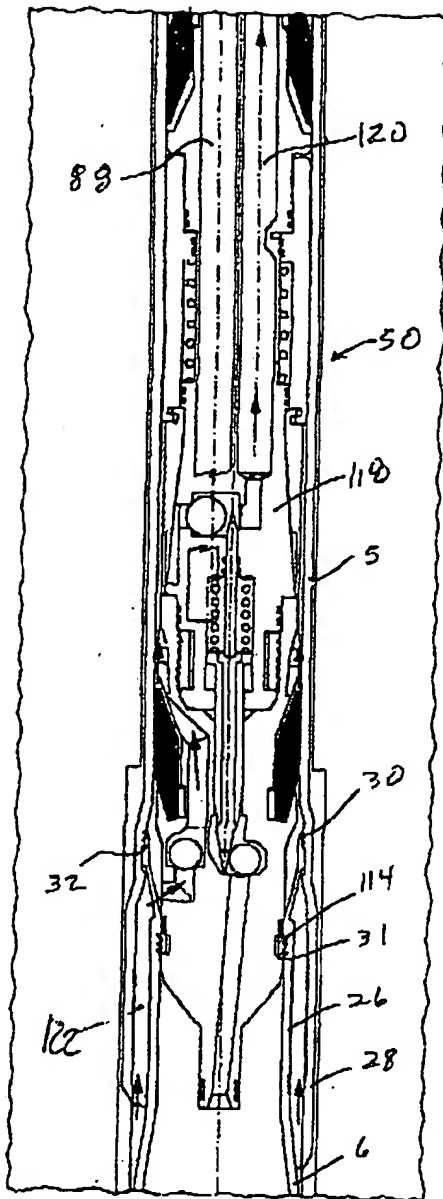


Fig 5a

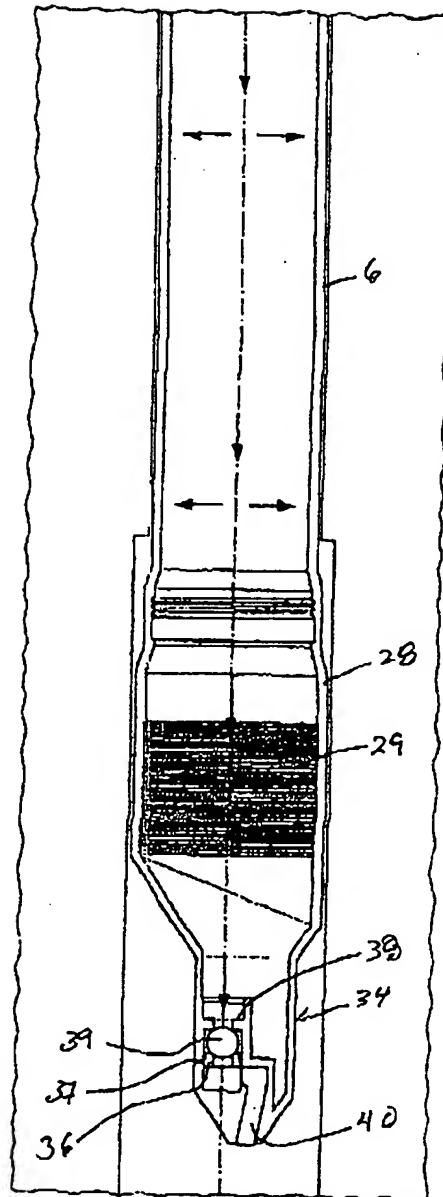


Fig 5b

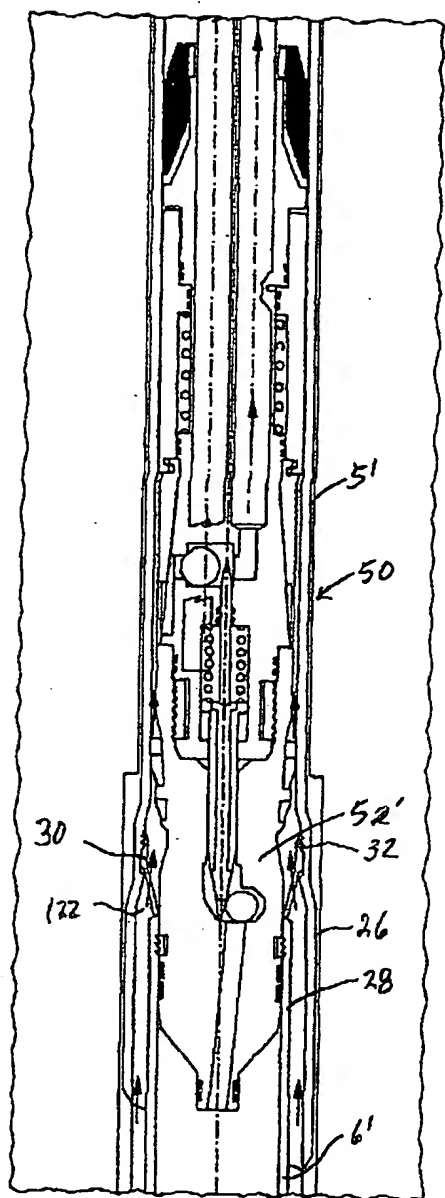


Fig 6a

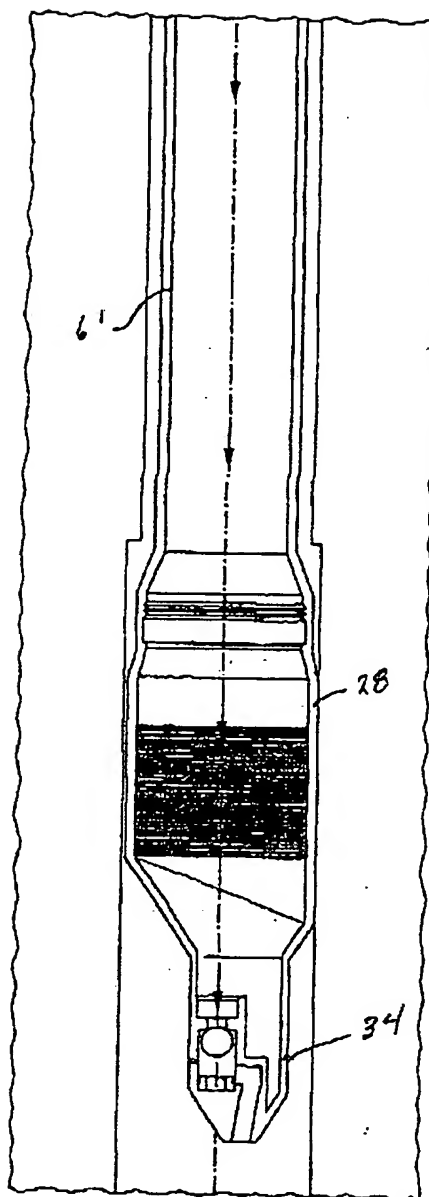


Fig 6b

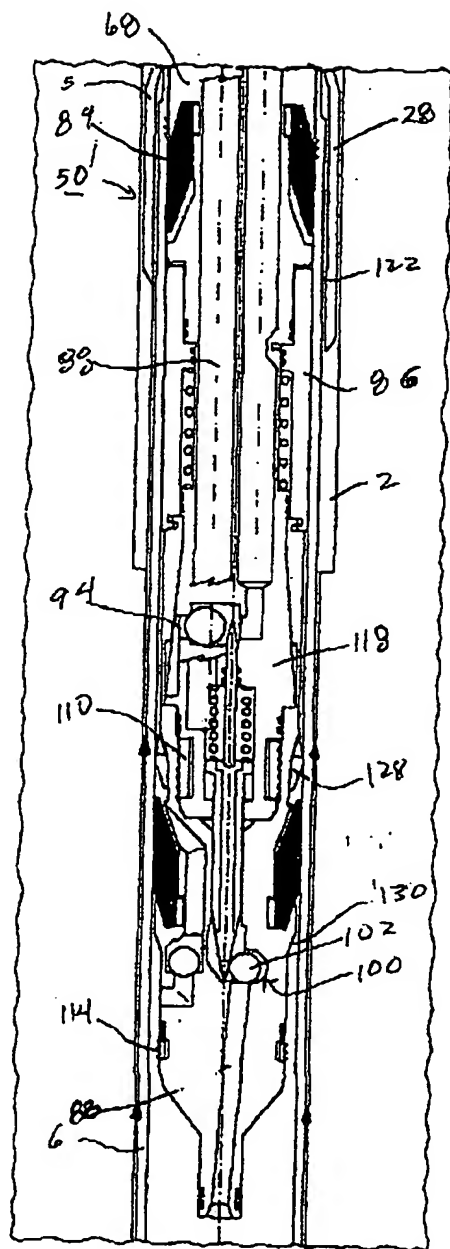


Fig 7a

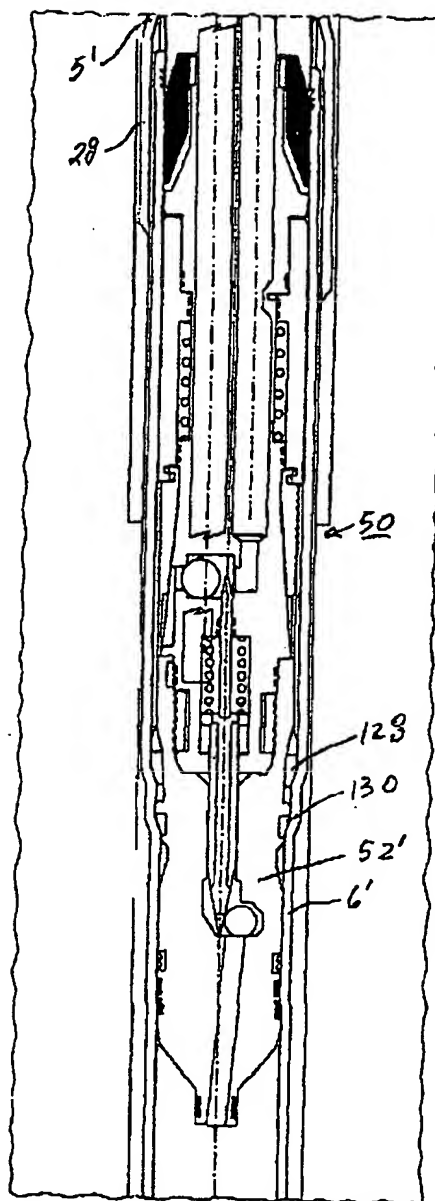


Fig 7b

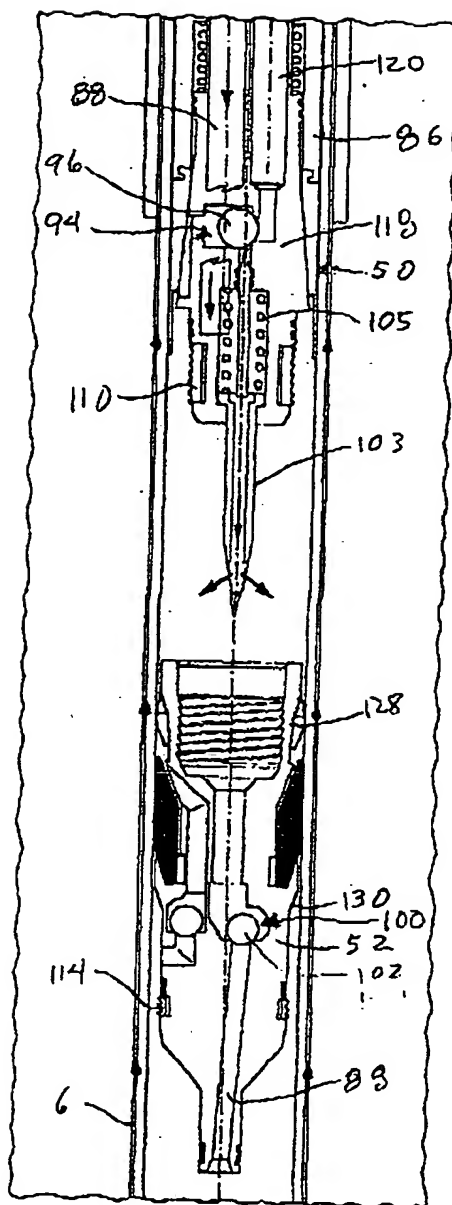


Fig 8a

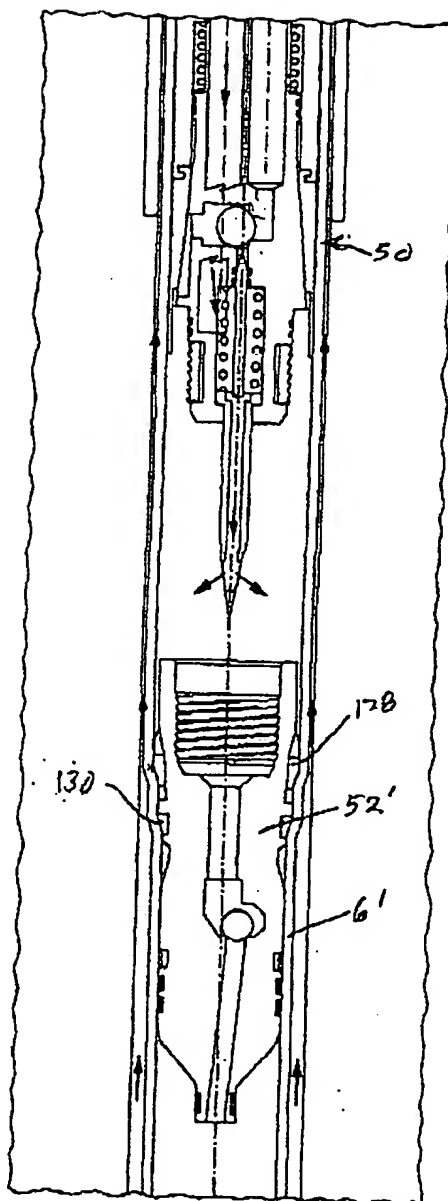


Fig 8b

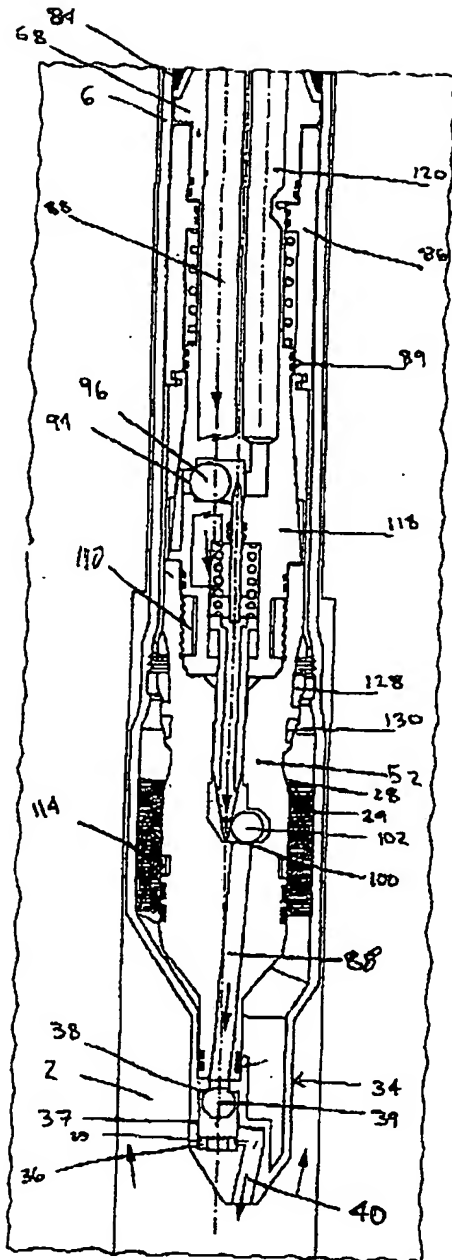


Fig 9

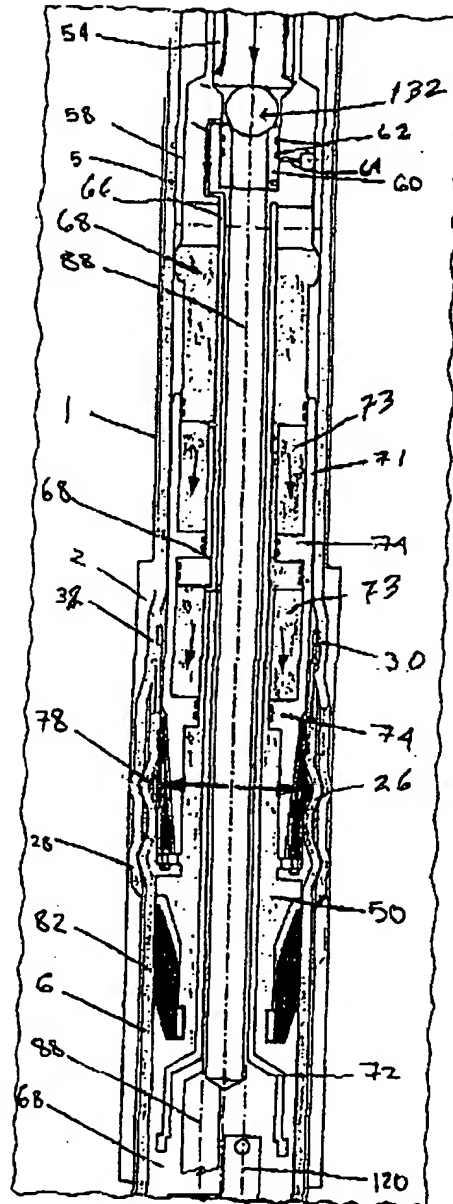
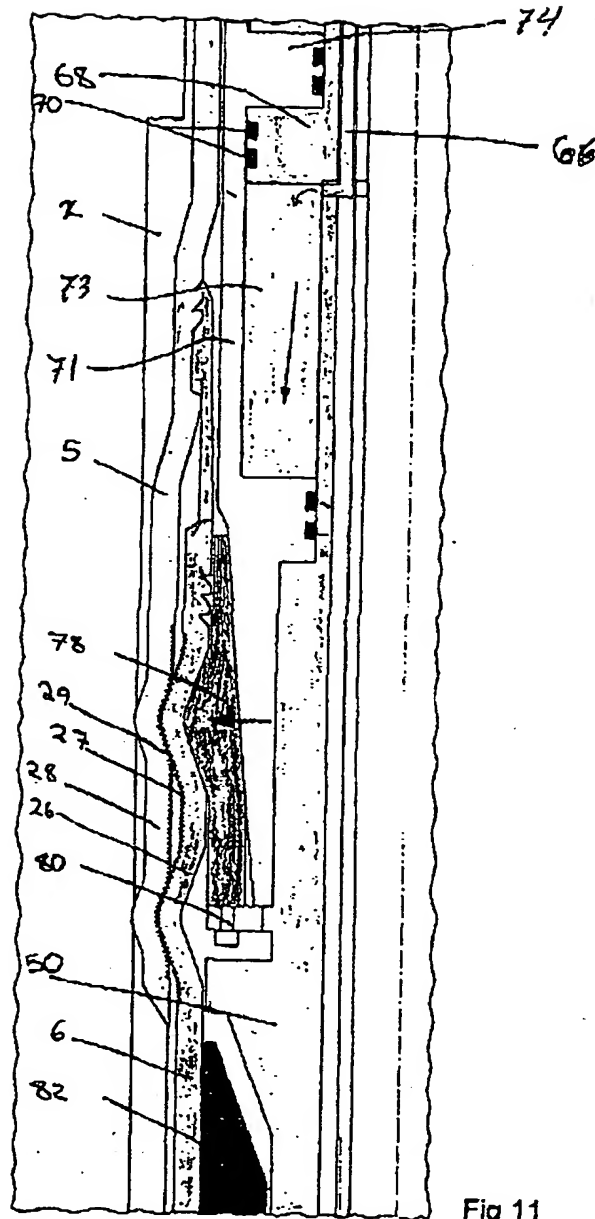


Fig 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 01/03091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 E21B43/10 E21B17/14 E21B33/14 F16L13/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 E21B F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 337 823 A (NOBILEAU PHILIPPE C) 16 August 1994 (1994-08-16) column 9, line 64 -column 11, line 25; figures 1-12 column 12, line 20-33 column 13, line 1-6 column 13, line 17-25	1,4,5,8, 10-12,15
Y		2,3,6,7, 13
X	FR 2 741 907 A (DRILLFLEX) 6 June 1997 (1997-06-06) page 6, line 6-35; claim 1; figures 1-30 page 8, line 1 -page 9, column 8	1,4,5,8, 11,12,15
Y	EP 0 952 306 A (SHELL INT RESEARCH) 27 October 1999 (1999-10-27) paragraphs '0027!', '0049!'; figures 2,4-6	2,3,7
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 January 2002

Date of mailing of the international search report

30/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van Berlo, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 01/03091

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 012 523 A (CAMPBELL ALASDAIR ET AL) 11 January 2000 (2000-01-11) column 3, line 55 -column 4, line 60 column 7, line 3-17; claim 17	6
Y	WO 00 37766 A (ASTEC DEV LTD ;SIMPSON NEIL ANDREW ABERCROMBI (GB)) 29 June 2000 (2000-06-29) page 22, line 13 -page 23, line 21; claims 32,33; figures 13-17	13
A	GB 2 348 223 A (SHELL INT RESEARCH) 27 September 2000 (2000-09-27) page 24, line 10-26; claims 15,18; figures 6,9	1-4, 13, 14
A	WO 98 07957 A (NOBILEAU PHILIPPE) 26 February 1998 (1998-02-26) figures 4,9,17-24	1
A	US 5 348 095 A (WORRALL ROBERT N ET AL) 20 September 1994 (1994-09-20) figures 1-7	2,3,7

Form PCT/BA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/03091

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5337823	A	16-08-1994	FR 2662207 A1	22-11-1991
			FR 2668241 A1	24-04-1992
			FR 2671787 A1	24-07-1992
			AU 667661 B2	04-04-1996
			AU 7962691 A	10-12-1991
			BR 9106465 A	18-05-1993
			CA 2083156 C	19-03-1996
			DE 69130449 D1	10-12-1998
			DE 69130449 T2	05-08-1999
			EP 0527932 A1	24-02-1993
			WO 9118180 A1	28-11-1991
			NO 914136 A	23-04-1992
FR 2741907	A	06-06-1997	FR 2741907 A1	06-06-1997
EP 0952306	A	27-10-1999	EP 0952306 A1	27-10-1999
			AU 3823899 A	16-11-1999
			BR 9909832 A	26-12-2000
			CN 1298469 T	06-06-2001
			WO 9955999 A1	04-11-1999
			EP 1073825 A1	07-02-2001
			NO 20005307 A	20-10-2000
US 6012523	A	11-01-2000	AU 7634996 A	19-06-1997
			DE 69613394 D1	19-07-2001
			EP 0862681 A2	09-09-1998
			WO 9720130 A2	05-06-1997
WO 0037766	A	29-06-2000	AU 1867900 A	12-07-2000
			AU 1868700 A	12-07-2000
			AU 1868800 A	12-07-2000
			AU 1868900 A	12-07-2000
			AU 1876600 A	12-07-2000
			AU 1876800 A	12-07-2000
			EP 1147287 A2	24-10-2001
			EP 1141517 A1	10-10-2001
			EP 1141515 A1	10-10-2001
			EP 1144802 A2	17-10-2001
			EP 1151180 A1	07-11-2001
			EP 1141518 A1	10-10-2001
			WO 0037766 A2	29-06-2000
			WO 0037771 A1	29-06-2000
			WO 0037768 A1	29-06-2000
			WO 0037767 A2	29-06-2000
			WO 0037772 A1	29-06-2000
			WO 0037773 A1	29-06-2000
			GB 2345308 A	05-07-2000
			GB 2346632 A	16-08-2000
			GB 2346400 A	09-08-2000
			GB 2346909 A	23-08-2000
			GB 2347445 A	06-09-2000
			NO 20012596 A	27-07-2001
			NO 20012597 A	27-07-2001
			NO 20012598 A	30-07-2001
			NO 20012599 A	30-07-2001
			NO 20012600 A	30-07-2001
			NO 20012865 A	07-08-2001

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC17FR 01/03091

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2348223	A	27-09-2000	NO 20001281 A	12-09-2000
WO 9807957	A	26-02-1998	US 5794702 A	18-08-1998
			AU 3781197 A	06-03-1998
			EP 0918917 A1	02-06-1999
			WO 9807957 A1	26-02-1998
			NO 990692 A	14-04-1999
US 5348095	A	20-09-1994	AU 670948 B2	08-08-1996
			AU 4324493 A	04-01-1994
			CA 2137560 A1	23-12-1993
			DE 69306110 D1	02-01-1997
			DE 69306110 T2	05-06-1997
			DK 643794 T3	05-05-1997
			WO 9325799 A1	23-12-1993
			EP 0643794 A1	22-03-1995
			JP 7507610 T	24-08-1995
			NO 944721 A	07-12-1994
			NZ 253124 A	27-02-1996
			OA 10117 A	18-12-1996
			RU 2103482 C1	27-01-1998
			SG 46560 A1	20-02-1998

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den : Internationale No

PC1/FR 01/03091

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 E21B43/10 E21B17/14 E21B33/14 F16L13/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 E21B F16L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 337 823 A (NOBILEAU PHILIPPE C) 16 août 1994 (1994-08-16) colonne 9, ligne 64 - colonne 11, ligne 25; figures 1-12 colonne 12, ligne 20-33 colonne 13, ligne 1-6	1,4,5,8, 10-12,15
Y	colonne 13, ligne 17-25	2,3,6,7, 13
X	FR 2 741 907 A (DRILLFLEX) 6 juin 1997 (1997-06-06) page 6, ligne 6-35; revendication 1; figures 1-30 page 8, ligne 1 - page 9, colonne 8	1,4,5,8, 11,12,15
Y	EP 0 952 306 A (SHELL INT RESEARCH) 27 octobre 1999 (1999-10-27) alinéas '0027!', '0049!'; figures 2,4-6	2,3,7
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 janvier 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/01/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 6818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

van Berlo, A

Formulaire PCT/ISA210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der Internationale No
PC1/FR 01/03091

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 012 523 A (CAMPBELL ALASDAIR ET AL) 11 janvier 2000 (2000-01-11) colonne 3, ligne 55 -colonne 4, ligne 60 colonne 7, ligne 3-17; revendication 17	6
Y	WO 00 37766 A (ASTEC DEV LTD ;SIMPSON NEIL ANDREW ABERCROMBI (GB)) 29 juin 2000 (2000-06-29) page 22, ligne 13 -page 23, ligne 21; revendications 32,33; figures 13-17	13
A	GB 2 348 223 A (SHELL INT RESEARCH) 27 septembre 2000 (2000-09-27) page 24, ligne 10-26; revendications 15,18; figures 6,9	1-4,13, 14
A	WO 98 07957 A (NOBILEAU PHILIPPE) 26 février 1998 (1998-02-26) figures 4,9,17-24	1
A	US 5 348 095 A (WORRALL ROBERT N ET AL) 20 septembre 1994 (1994-09-20) figures 1-7	2,3,7

Formulaire PCT/BA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs : nombres de familles de brevets

Données internationales No

PC1/FR 01/03091

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5337823	A	16-08-1994	FR 2662207 A1	22-11-1991
			FR 2668241 A1	24-04-1992
			FR 2671787 A1	24-07-1992
			AU 667661 B2	04-04-1996
			AU 7962691 A	10-12-1991
			BR 9106465 A	18-05-1993
			CA 2083156 C	19-03-1996
			DE 69130449 D1	10-12-1998
			DE 69130449 T2	05-08-1999
			EP 0527932 A1	24-02-1993
			WO 9118180 A1	28-11-1991
			NO 914136 A	23-04-1992
FR 2741907	A	06-06-1997	FR 2741907 A1	06-06-1997
EP 0952306	A	27-10-1999	EP 0952306 A1	27-10-1999
			AU 3823899 A	16-11-1999
			BR 9909832 A	26-12-2000
			CN 1298469 T	06-06-2001
			WO 9955999 A1	04-11-1999
			EP 1073825 A1	07-02-2001
			NO 20005307 A	20-10-2000
US 6012523	A	11-01-2000	AU 7634996 A	19-06-1997
			DE 69613394 D1	19-07-2001
			EP 0862681 A2	09-09-1998
			WO 9720130 A2	05-06-1997
WO 0037766	A	29-06-2000	AU 1867900 A	12-07-2000
			AU 1868700 A	12-07-2000
			AU 1868800 A	12-07-2000
			AU 1868900 A	12-07-2000
			AU 1876600 A	12-07-2000
			AU 1876800 A	12-07-2000
			EP 1147287 A2	24-10-2001
			EP 1141517 A1	10-10-2001
			EP 1141515 A1	10-10-2001
			EP 1144802 A2	17-10-2001
			EP 1151180 A1	07-11-2001
			EP 1141518 A1	10-10-2001
			WO 0037766 A2	29-06-2000
			WO 0037771 A1	29-06-2000
			WO 0037768 A1	29-06-2000
			WO 0037767 A2	29-06-2000
			WO 0037772 A1	29-06-2000
			WO 0037773 A1	29-06-2000
			GB 2345308 A	05-07-2000
			GB 2346632 A	16-08-2000
			GB 2346400 A	09-08-2000
			GB 2346909 A	23-08-2000
			GB 2347445 A	06-09-2000
			NO 20012596 A	27-07-2001
			NO 20012597 A	27-07-2001
			NO 20012598 A	30-07-2001
			NO 20012599 A	30-07-2001
			NO 20012600 A	30-07-2001
			NO 20012865 A	07-08-2001

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs

membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 01/03091

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2348223	A	27-09-2000	NO 20001281 A	12-09-2000
WO 9807957	A	26-02-1998	US 5794702 A	18-08-1998
			AU 3781197 A	06-03-1998
			EP 0918917 A1	02-06-1999
			WO 9807957 A1	26-02-1998
			NO 990692 A	14-04-1999
US 5348095	A	20-09-1994	AU 670948 B2	08-08-1996
			AU 4324493 A	04-01-1994
			CA 2137560 A1	23-12-1993
			DE 69306110 D1	02-01-1997
			DE 69306110 T2	05-06-1997
			DK 643794 T3	05-05-1997
			WO 9325799 A1	23-12-1993
			EP 0643794 A1	22-03-1995
			JP 7507610 T	24-08-1995
			NO 944721 A	07-12-1994
			NZ 253124 A	27-02-1996
			OA 10117 A	18-12-1996
			RU 2103482 C1	27-01-1998
			SG 46560 A1	20-02-1998

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 avril 2002 (11.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/29208 A1

(51) Classification internationale des brevets :
E21B 43/10, 41/00

(81) États désignés (national) : CA, GB, US.

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/03099

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US
seulement

(22) Date de dépôt international : 8 octobre 2001 (08.10.2001)

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

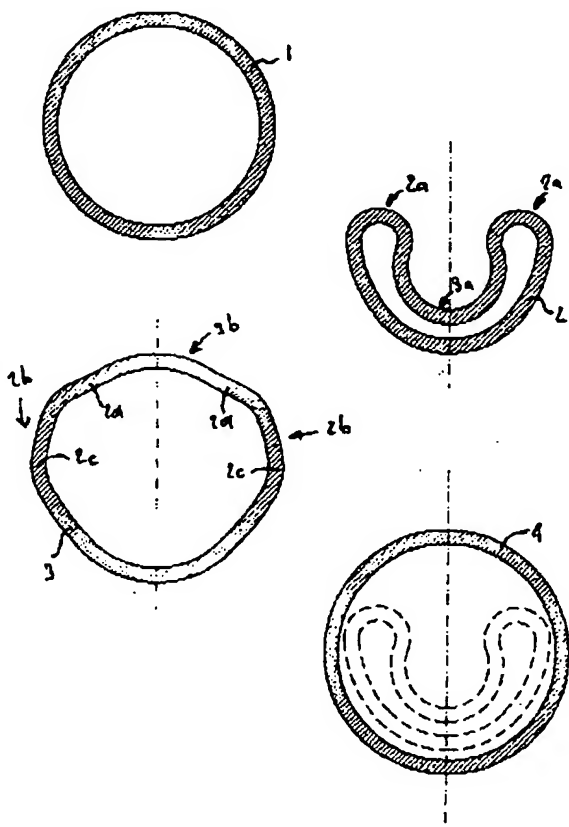
(30) Données relatives à la priorité :
60/239,011 6 octobre 2000 (06.10.2000) US

(71) Déposant et

(72) Inventeur : NOBLEAU, Philippe [FR/FR]; 2, avenue
Fernand Martin, F-06230 Villefranche sur Mer (FR).

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR INCREASING TUBING RESISTANCE TO PRESSURE

(54) Titre : METHODE ET SYSTEME POUR AUGMENTER LA RESISTANCE A LA PRESSION D'UN CUVELAGE



(57) Abstract: The invention concerns a method for enhancing resistance to external pressure in a tube installed in a previously lined borehole, providing a passage through its tube of reduced dimension. Said method is characterised in that it consists in lowering the tube in a first shape (2) whereof the dimensions are smaller than the reduced section, shaping it to enable it to shift from said first form to a second substantially cylindrical shape (3) having a dimension larger than the reduced section and expanding it by moving a cylindrical expanding mandrel through the tube whereof the expansion value ranges between 2 and 10 % of the value of the external diameters.

(57) Abrégé : Méthode permettant d'améliorer la résistance en pression extérieure d'un tube mis en place dans un puits préalablement cuvelé, qui offre un passage à travers son cuvelage de dimension réduite, la méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend la descente du tube sous une première forme (2) dont les dimensions sont inférieures à la section réduite, la mise en forme pour le faire passer de ladite première forme à une deuxième forme (3) sensiblement cylindrique ayant une dimension supérieure à la section réduite et l'expansion par déplacement d'un mandrin dilateur cylindrique à travers le tube dont la valeur d'expansion est comprise entre 2 et 10 % de la valeur des diamètres extérieurs.

WO 02/29208 A1

METHODE ET SYSTEME POUR AUGMENTER LA RESISTANCE A LA PRESSION D'UN CUVELAGE

Domaines d'application :

- 5 Cette invention concerne les installations de cuvelage des puits de pétrole et en particulier une méthode et système pour améliorer la résistance en pression extérieure d'un tube descendu dans un puits à travers un cuvelage précédent de diamètre réduit, nécessitant une déformation plastique pour ensuite reprendre ses dimensions finales dans une cavité située en dessous du diamètre réduit du cuvelage précédent.

10

Etats de la technique :

- D'une manière habituelle, les puits pétroliers sont forés en installant un cuvelage conducteur à une première profondeur puis en forant le puits jusqu'à une deuxième profondeur. Habituellement, un cuvelage formée par l'assemblage à l'aide d'un connecteur
15 des longueurs de tube, chacune faisant environ 12 mètres de long, est descendue à travers le cuvelage conducteur jusqu'à la deuxième profondeur. Un laitier de ciment est alors injecté dans le cuvelage pour remonter dans l'espace annulaire entre le cuvelage et les parois du puits. Le forage reprend jusqu'à une troisième profondeur et le procédé est répété avec un cuvelage de plus petit diamètre concentrique. Un cuvelage de diamètre encore plus réduit peut
20 être installé à une 4^{ème} profondeur.

- Les cuvelages servent à supporter les parois du puits et empêcher la perte des boues de forage dans les terrains, ou la production de fluides des terrains vers le puits à partir de couches autres que la zone de production projetée. La configuration concentrique de cuvelages de plus en plus petits demande un forage de grand diamètre à la partie supérieure
25 du puits du fait de l'épaisseur des cuvelages et des connecteurs et également du minimum de jeu nécessaire à la circulation du ciment entre le cuvelage et la paroi du puits.

- Il existe des méthodes comme celle décrite par le brevet US 5,794,702 de l'inventeur, qui définit un système de cuvelage en continu permettant de descendre rapidement un cuvelage continu dans un puits. Le cuvelage est enroulé par déformation plastique sur de larges
30 bobines. Une unité d'injection redresse le cuvelage et replie sa section transversale en forme de fer à cheval à mesure qu'elle est déroulée de la bobine pour entrer dans le puits. Lorsque le cuvelage a atteint sa profondeur d'installation, il est réouvert mécaniquement ou hydrauliquement.

Les brevets US 5,979,560 et 6,253,852 de l'inventeur décrivent des appareils de fond de puits comprenant des sections de tubes qui sont pliées longitudinalement pour permettre leur descente dans le puits puis regonflées par pression interne pour reprendre leur forme cylindrique initiale.

5 On peut également descendre dans un cuvelage, un cuvelage de plus petit diamètre de forme cylindrique et augmenter son diamètre par dilatation de la paroi du tube qui le compose à l'aide d'un mandrin expansif. Dans ce cas on pousse ou tire un mandrin dilateur comprenant un premier diamètre égal au diamètre intérieur du tube et un second diamètre égal au diamètre intérieur que l'on désire obtenir, ces deux diamètres étant reliés par un tronc de
10 cône. C'est sur ce tronc de cône que se produit la dilatation plastique de la paroi du tube qui doit être au moins de l'ordre de 15% en augmentation de diamètre extérieur, et c'est la longueur axiale de ce cône qui limite l'épaisseur du tube envisageable du fait du risque de provoquer des fissures par striction initiées sur des micro défauts dans la zone qui est très fortement allongée plastiquement.

15 Ces différentes méthodes permettent donc la mise en place d'un tube d'un diamètre donné à travers un tube précédent d'un diamètre réduit nécessitant une déformation plastique pour prendre ses dimensions finales dans une cavité située en dessous un cuvelage précédent de diamètre réduit et par déformation plastique en une seule passe, lui donner son diamètre final.

Mais cette opération donne soit une section irrégulière au tube, qui conserve la marque des
20 plis réalisés lors du pliage dans le cas où la section a été initialement pliée, soit est limitée en épaisseur dans le cas où le tube est initialement cylindrique et est simplement dilaté. Du fait de ces irrégularités ou d'une épaisseur réduite, la résistance à la pression extérieure est grandement diminué par rapport aux cuvelages équivalents mis en place d'une façon traditionnelle, les suivants plus petits à travers les précédents plus gros.

25

Exposé de l'invention :

Par conséquent, le but de l'invention est d'offrir une méthode pour améliorer la résistance à la pression extérieure des tubes qui doivent être déformés plastiquement pour prendre leurs formes et dimensions définitives quelque soit la technique utilisée pour les introduire dans le
30 puits. Cette méthode améliore la résistance à la pression extérieure des tubes en améliorant d'une part la circularité de la section et d'autre part en permettant l'utilisation de tubes de forte épaisseur.

L'objet de l'invention est donc une méthode permettant d'améliorer la résistance en pression extérieure d'un tube mis en place dans un puits préalablement cuvelé, offrant un passage à travers son cuvelage de dimension réduite, la méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend la descente du tube sous une première forme dont les dimensions sont inférieures à la section réduite, la mise en forme pour le faire passer de la section de tube dans une forme sensiblement cylindrique ayant une dimension supérieure à la section réduite et l'expansion par déplacement d'un mandrin dilatateur cylindrique à travers le tube dont la valeur d'expansion est comprise entre 2 et 10 % de la valeur des diamètres extérieurs.

Cette méthode s'applique au système de cuvelage en diamètre unique qui consiste à descendre l'ensemble d'un cuvelage dans un puits à travers un cuvelage précédent d'un diamètre prédéterminé, et d'agrandir ce cuvelage par dépliage ou expansion au diamètre prédéterminé.

Plus généralement, cette méthode s'applique à toute section de tube qui doit momentanément passer à travers une ouverture de dimension inférieure lors de sa descente dans un puits et doit reprendre par déformation plastique un diamètre final supérieur aux dimensions de l'ouverture par laquelle elle a du momentanément passer.

Dans une caractérisation de l'invention, le mandrin dilatateur sera déplacé par l'application d'une pression en arrière, l'étanchéité du mandrin dans le cuvelage étant située en avant de la forme d'expansion du mandrin dilatateur.

20

Brève description des dessins :

La figure 1 est une vue en coupe de la section du tube initial tel que fabriqué.

La figure 2 est une vue en coupe de la section du tube replié tel qu'il est descendu dans le puits.

25 La figure 3 est une vue en coupe de la section du tube regonflé par la pression du fluide d'ouverture.

La figure 4 est une vue en coupe de la section du tube final légèrement expansé donnant un passage suffisant pour l'introduction du tube suivant selon la figure 2.

La figure 5 est une vue en perspective du calibre dilatateur des deux premiers mode de mise en œuvre de l'invention.

30

La figure 6 est une vue en coupe partielle en perspective du passage du calibre dilatateur des deux premiers modes de mise en œuvre de l'invention.

La figure 7 est une vue en perspective d'un appareil replié passant à travers un cuvelage de diamètre réduit.

La figure 8 est une vue en coupe partielle en perspective du cuvelage de cuvelage final installé.

5 La figure 9 est une vue en perspective du calibre dilateur double.

La figure 10 est une vue en coupe partielle en perspective du passage du calibre dilateur double.

La figure 11 est une vue en coupe partielle en perspective d'un cuvelage replié.

La figure 12 est une vue en coupe partielle en perspective d'un cuvelage expansible.

10 La figure 13 est une vue en coupe partielle en perspective du cuvelage final avec la tête de cuvelage forgée dans le pied de cuvelage du cuvelage précédent et le sabot foré.

Description détaillée de l'invention :

Sur la figure 1, la section du tube 1 tel qu'il est fabriqué est circulaire et régulière. Avant
15 d'être transporté sur le chantier de forage, ce tube est replié en forme de U 2 comme illustré sur la figure 2 pour réduire ses dimensions radiales et permettre son passage dans le précédent cuvelage constitué de tubes de dimensions identiques. Le cuvelage qui peut avoir une longueur de quelques centaines de mètres à quelques milliers de mètre est soit continu et enroulé sur une bobine en configuration replié, soit assemblé en surface à la verticale du puits
20 à l'aide de longueur de 12 mètres de tubes replié sur la quasi totalité de la longueur à l'exception des extrémités.

Quelque soit la méthode d'assemblage et de transport sur le chantier de forage, le cuvelage est descendue dans le puits puis regonflée par pompage de fluide dans le cuvelage. Le regonflage en pression donne une section 3 illustrée par la figure 3. Comme on peut le
25 constater cette section est sensiblement circulaire mais irrégulière et présente la marque des plis réalisés lors du pliage de la section.. En effet les plis convexe 2a se retrouvent en 2b et le pli concave 3a se retrouve en 3b. En fait ce ne sont pas les plis qui reste mais les départs et arrivés de plis qui représentent des points durs.

Si ces irrégularités n'ont que peu d'effets sur la capacité du tube en pression intérieure, la
30 présence locale de grands rayons de courbure 2c et de méplat 2d affecte considérablement les performances en pression extérieure lorsqu'on les compare aux performances du tube initial.

Sur la figure 5, le mandrin dilateur 100 comprend une partie active 101 constituée par un cylindre au diamètre d'expansion précédé par un cône d'expansion 102. A la partie supérieure

on attache l'extrémité inférieure de la garniture de forage 103. Le mandrin dilateur peut ainsi remplir son office en utilisant le poids de la garniture, alourdie par des tiges-masses (non représentées) pour effectuer l'opération d'expansion. Enfin une tête conique 104 est disposée à sa partie inférieure.

5 Dans certain cas, par exemple lorsque la section de forage est horizontale ou quasi horizontale, ou bien lorsque l'application d'un poids suffisant sur le mandrin dilateur pose des problèmes, il peut-être avantageux de pomper le mandrin dilateur et dans ce cas une ou des coupelles 103 haute pression en élastomère seront disposées sur le corps du mandrin dilateur généralement au dessus de celui-ci afin d'exercer une poussée sur ce dernier en
10 faisant une étanchéité glissante sur la surface intérieure brut de laminage du cuvelage.

Néanmoins il peut être avantageux de disposer les coupelles 103 en dessous du mandrin dilateur comme illustré sur la figure 5 afin d'un part de propulser le mandrin dilateur et d'autre part d'utiliser la pression de poussée pour mettre en pression intérieure la partie de tube à dilater. En effet ceci diminue l'effort axial d'expansion en mettant le tube sous tension
15 circonférentielle et en diminuant les efforts de contact du tube sur la partie cylindrique 101 du mandrin dilateur.

Sur la figure 6, le mandrin dilateur 100 est forcé à travers le cuvelage 99 pour réaliser une légère expansion de la circonférence du tube dans le domaine plastique. La section 105 qui a le profil de la figure 3 est étirée en passant sur le cône 102 suivi du cylindre 101 et prend
20 le profil 106 de la figure 4. Cette légère expansion permet de fortement réduire la marque des plis et de ce fait redonne une forme régulière au cuvelage qui reprend la section illustrée à la figure 4. Cette expansion accroît la longueur de la circonférence extérieure du cuvelage de 2 à 10% (figure 1 et 4) et donc en conséquence le diamètre extérieur dans le même rapport.

Se référant à la figure 11, le cuvelage 6 de cuvelages repliés est formée de longueurs
25 multiples de cuvelages repliés 8. Le cuvelage 6 comprend une suspension en tête 26 connectée par des longueurs de cuvelage 8 au réceptacle 28 également replié et à un sabot 34 partiellement replié. La suspension de tête 26 comprend des doigts d'accrochage 30. La suspension 26 comporte également des rainures triangulaires circonférentielles 27 sur sa surface extérieure. De préférence, un revêtement de métal mou est disposé en fond de rainure
30 triangulaire 27 pour faciliter l'étanchéité. Un profil à rainure intérieure 31 est disposé sur le diamètre intérieure de la suspension 26 pour permettre l'accrochage sur l'outil de pose 50 (non représenté). Le cuvelage 8 relié à la suspension de tête 26 peut s'étendre en cuvelage 6 sur plusieurs milliers de mètres.

Le réceptacle de pied 28 comprend un profil à rainure intérieure 32 destiné à recevoir les doigts d'accrochage 30 de la suspension de tête 26 du cuvelage suivante (non visible) qui sera suspendue en dessous. Le réceptacle de pied 28 a une surface de rainure triangulaire 29 qui d'une manière similaire coopère avec les rainures triangulaires 27 de la suspension de tête 26 de la prochaine cuvelage (non visible) qui sera suspendue en dessous.

Le sabot de cimentation 34 est décalé par rapport à l'axe du cuvelage 6 et comprend un clapet anti-retour 35 avec un siège supérieur d'étanchéité 38, un siège inférieur 36 maintenu en place par des goupilles de cisaillement 37, étanche dans le sabot de cimentation 34 par des joints, une bille flottante 39 et un passage de fluide 40 reliant le clapet anti-retour 35 à la sortie inférieure. La figure 11 montre le cuvelage 6 et la suspension de tête 28 dans une configuration repliée. La suspension de tête 26 et le sabot 34 ne sont pas repliés. La suspension de tête 26 sera dans un premier temps expansée cylindriquement pour permettre la descente de l'outil de pose et du mandrin dilateur, puis sera finalement dilatée en sertissage dans le réceptacle de pied 28 de la précédente cuvelage installée.

La figure 12 montre la même configuration de cuvelage que la figure 11 à l'exception près que le corps du cuvelage est constitué de tubes dilatables 8' et non replié 8' mais on retrouve les mêmes têtes de cuvelage 26 dilatables et pied de cuvelage 28 replié décrit sur la figure 11.

Se référant à la figure 13, la suspension de tête 26 est suspendue à la précédente cuvelage dépliée 5 par l'intermédiaire des doigts d'accrochage 30. Les rainures triangulaires 27 ont été déformées pour interpénétrer les rainures triangulaires 28 du précédent cuvelage 5. Le cuvelage 8 a été regonflé.

Comme on peut le constater, un système de cuvelage peut être construit autour d'un cuvelage replié. La réduction de diamètre pour sa descente à travers du cuvelage précédent de même dimension peut être obtenu à partir de la technique de pliage de tube ou de la technique connue de forte expansion d'un tube. Comme nous venons de le voir, il est avantageux de combiner les techniques de pliage et d'expansion en repliant un cuvelage de 6-5/8' pour obtenir un diamètre extérieur de 6' et ensuite à la place de mandrin dilateur au même diamètre de le dilater légèrement pour obtenir un diamètre de 7' (5,7% d'expansion) et en conséquence être capable de combiner la capacité d'utiliser des tubes épais et l'écrouissage réduit de la technique repliée avec la bonne géométrie de la technique expansée. Si l'on avait voulu prendre un cuvelage de 6'' qui passe à travers un cuvelage de 7'', et le dilater pour obtenir un cuvelage de 7'', c'est une expansion de 16,7% qu'il faudrait réaliser avec les limitations que nous avons évoquées précédemment. On pourra obtenir un résultat similaire

en complétant une première expansion de mise en place avec une deuxième et ainsi limiter la valeur de l'expansion qui doit être réalisé en une fois.

En dépit du fait que les cuvelages sont considérées comme assemblées à partir de longueurs droites dans la description précédente, des cuvelages continus sur bobines tel que décrit dans le brevet US 5,794,702 peuvent être également utilisés pour construire un système de cuvelage plié-regonflé profitant de performances en pression extérieure améliorées par l'opération gonflage suivie d'une légère expansion décrite ci-dessus.

Dans un deuxième mode d'utilisation du dispositif de l'invention, un appareil de fond de puits 110 (figure 7) comportant des sections de tube 111a et 112a est écrasé avec ses sections de tube repliés pour permettre sa descente dans le passage réduit d'un cuvelage 115 de puits. Un exemple de type d'appareil est décrit dans les brevets US 5,979,560 et 6,253,852.

Lorsque celui-ci atteint la borme profondeur qui présente une cavité élargie (non représentée), l'appareil est regonflé (figure 8) par pompage d'un fluide, ce qui lui donne une forme générale cylindrique 120. Mais comme précédemment cette forme regonflée présente sur les parties droite des tubes 111b et 112b constituant l'appareil, des variations de rayons de courbure localisées au droit des précédents pliages (voir figure 3) et il est nécessaire de les éliminer pour améliorer la résistance à la pression extérieure de ces sections. Ceci est réalisé par une action mécanique d'un mandrin légèrement dilateur (figure 5) tel que précédemment décrit pour le premier mode d'utilisation qui est introduit sur une garniture de forage à travers l'appareil et qui s'engage successivement dans les deux branches 111b et 112b pour réaliser une légère expansion des tubes constituant celles-ci.

Dans le cas d'appareil de fond de puits 110, qui comporte deux branches 111 et 112, il est avantageux de les plier avec un pli sur chaque tube 116 et 117 faisant face l'un à l'autre ce qui donne des sections 121 et 122 en forme de U face à face. Les marques des plis 116 et 117, qui persiste après regonflage (figure 3) sont totalement effacées par l'opération d'expansion légère et les sections redeviennent parfaitement circulaire 123 et 124 avec une augmentation de diamètre de 2 à 10 %.

Sur la figure 9, le mandrin dilateur 200 comprend une partie active 201 constituée par deux cylindres expansifs, l'un étant au diamètre final d'expansion 211 et l'autre approximativement au diamètre intermédiaire 212 entre le diamètre final et le diamètre du cuvelage expansif initial. Ces diamètres sont précédés par deux cônes d'expansion 213 et 214 respectivement. A la partie supérieure on attache l'extrémité inférieure de la garniture de forage 103. Le mandrin dilateur peut ainsi remplir son office en utilisant le poids de la

garniture, alourdie par des tiges-masses (non représentées) pour effectuer l'opération d'expansion. Enfin une tête conique 104 est disposée à sa partie inférieure.

Dans certains cas, par exemple lorsque la section de forage est horizontale ou quasi horizontale, ou bien lorsque l'application d'un poids suffisant sur le mandrin dilatateur pose des problèmes, il peut-être avantageux de pomper le mandrin dilatateur et dans ce cas une ou
5 des coupelles haute pression 103 en élastomère seront disposées sur le corps du mandrin dilatateur généralement au dessus de celui-ci afin de propulser ce dernier en faisant une étanchéité glissante sur la surface intérieure brut de laminage du cuvelage.

Néanmoins il peut être avantageux de disposer les coupelles 103 en dessous du mandrin
10 dilatateur comme illustrée sur la figure 9 afin d'utiliser la pression de poussée pour mettre en pression intérieur la partie de tube à dilater (206, 208). En effet ceci diminue l'effort axial d'expansion en mettant le tube sous tension circonférentielle et en diminuant les efforts de contact du tube sur les parties cylindrique 211 et 212 du mandrin dilatateur 200.

Sur la figure 10, le mandrin dilatateur 200 est forcé à travers le cuvelage expansible 199
15 pour réaliser successivement deux expansions distinctes de la circonférence du tube dans le domaine plastique. La section 205 initiale qui est circulaire est étirée en forme de cône 206 en passant sur le cône 214 suivi du cylindre 212 et prend le diamètre circulaire 207 puis est de nouveau étirée en forme de cône 208 en passant sur le cône 213 suivi du cylindre 211 et prend le diamètre circulaire 209. Cette expansion en deux étapes 206 et 208 permet de traiter
20 des fortes épaisseurs alors qu'une expansion en une seule étape demanderait une zone plastique du double de la longueur ce qui augmenterait grandement la possibilité de strictionner longitudinalement la zone étirée en présence d'un défaut de longueur donnée. On comprend bien que la zone étirée doit être maintenue circonférentiellement pour éviter la formation de striction en présence de défauts, or dès que l'on augmente le rapport d'expansion
25 au delà de 10% on diminue sensiblement la tolérance au défaut

En dépit du fait que les cuvelages sont assemblées à partir de longueurs droites dans la description, des cuvelages continus sur bobines peuvent être utilisés pour construire un système de cuvelage à diamètre unique.

REVENDICATIONS

1. Méthode permettant d'améliorer la résistance en pression extérieure d'un tube (1, 111, 6, 199) mis en place dans un puits préalablement cuvelé (115, 5), offrant un passage à travers son cuvelage de dimension réduite, ladite méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend :

a) la descente du tube initial sous une première forme (2, 199) dont la dimension la plus grande est inférieure à ladite dimension réduite,

b) la mise en forme dudit tube initial pour le faire passer de la dite première forme à une deuxième forme (3, 207) sensiblement cylindrique (dont le diamètre extérieur est supérieur à ladite dimension réduite, et

c) l'expansion du tube sous la deuxième forme (4, 209) par déplacement d'un mandrin dilatateur cylindrique (100, 200) à travers lui-même, la valeur d'expansion étant comprise entre 2 et 10% de la valeur des diamètres extérieurs.

2. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle ladite première forme est obtenue par pliage (2) préalablement à l'étape a) et la mise en forme de l'étape b) étant réalisée par dépliage (3).

3. Méthode selon la revendication 2 dans laquelle ledit dépliage (3) est réalisé par le déplacement d'un calibre.

4. Méthode selon la revendication 2 dans laquelle ledit dépliage (3) est réalisé par regonflage hydraulique.

5. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle ladite première forme est cylindrique (199), la mise en forme de l'étape b) (207) est réalisée par le déplacement d'un premier mandrin dilatateur cylindrique (212) à travers ledit tube initial (199), et dans l'étape c) l'expansion est réalisée par un deuxième mandrin dilatateur (211) de dimensions supérieures.

6. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle le tube dilaté (209) après l'étape c) a un diamètre extérieur égal au diamètre extérieur dudit cuvelage à travers lequel il est passé à l'étape a) (115).

7. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle une pression interne est exercée dans le tube sur la partie (206, 208) soumise à l'expansion de l'étape c) de façon à diminuer l'effort sur le mandrin dilateur.

5 8. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle l'expansion de l'étape c) est réalisée par un mandrin dilateur (100, 200) propulsé hydrauliquement en plaçant des coupelles d'étanchéité (103) sur ledit mandrin dilateur coopérant d'une manière étanche avec le diamètre intérieur dudit tube et en exerçant une pression en arrière dudit mandrin dilateur par rapport à son sens de déplacement pour le propulser.

10

9. Méthode selon la revendication 7 et 8 dans laquelle lesdites coupelles d'étanchéité sont placées en avant du mandrin dilateur (100, 200) par rapport à son sens de déplacement et ladite pression exercée pour propulser ledit mandrin dilateur s'applique également sur ladite partie (206, 208) soumise à l'expansion de l'étape c).

15

10. Méthode selon la revendication 5 dans laquelle l'expansion de l'étape c) est réalisée par un mandrin dilateur (200) placé sur le même corps que le mandrin dilateur réalisant le passage de ladite première forme à ladite deuxième forme.

20 11. Méthode selon la revendication 1 dans laquelle deux tubes (111a et 112a) se trouvent côte à côte pendant l'étape a) et ces deux tubes (121, 122) présentent un pli (116 et 117) chaque faisant face l'un à l'autre.

25 12. Système permettant d'améliorer la résistance en pression extérieure d'un tube comprenant des moyens adaptés pour mettre en œuvre les étapes de la méthode selon l'une des revendications précédentes.

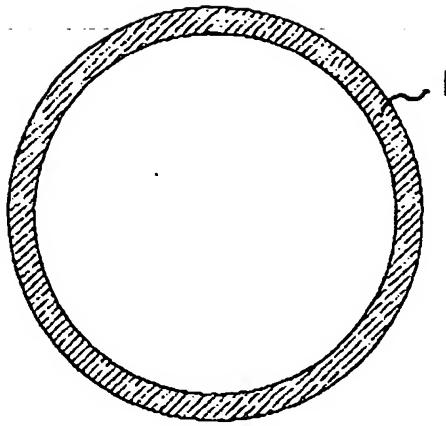


Fig 1

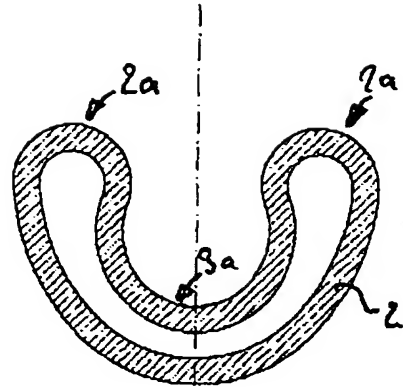


Fig 2

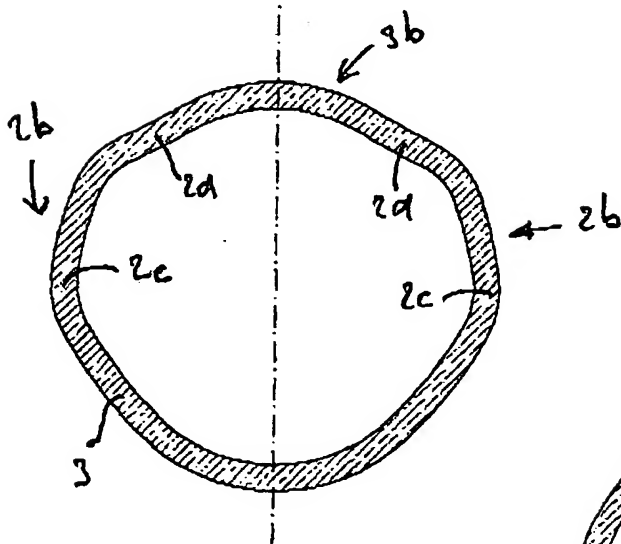


Fig 3

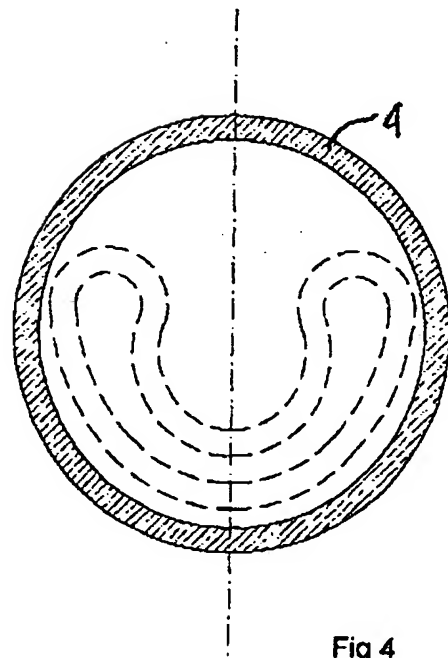


Fig 4

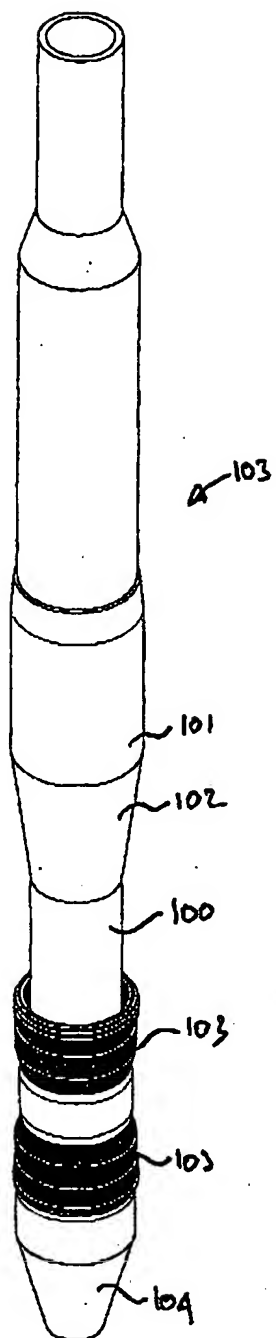


Fig 5

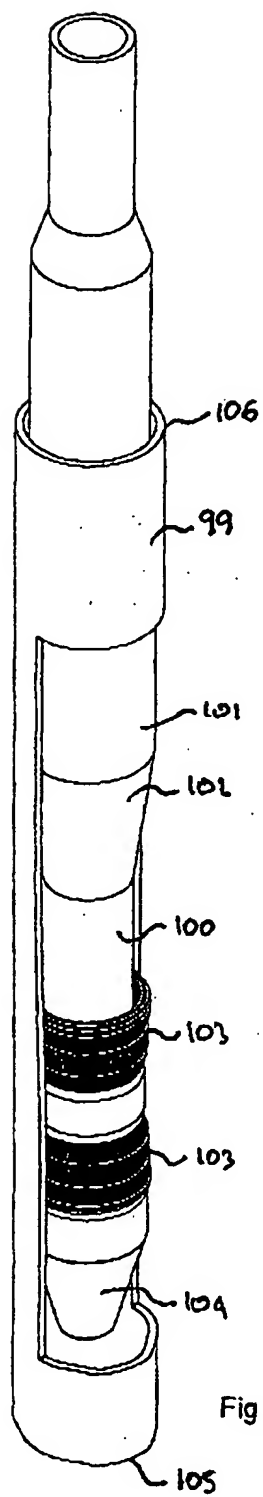
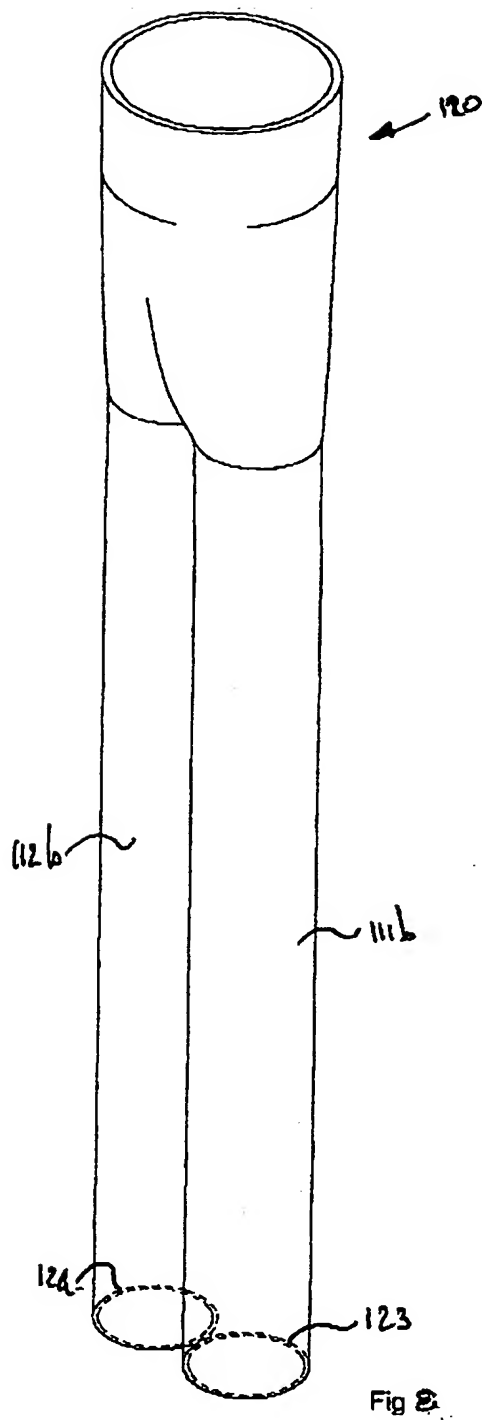
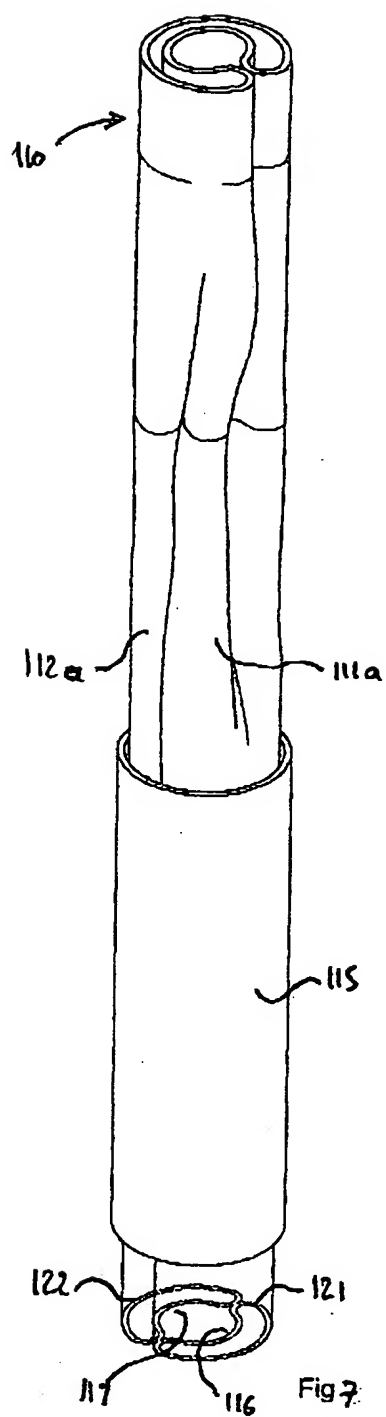


Fig 6



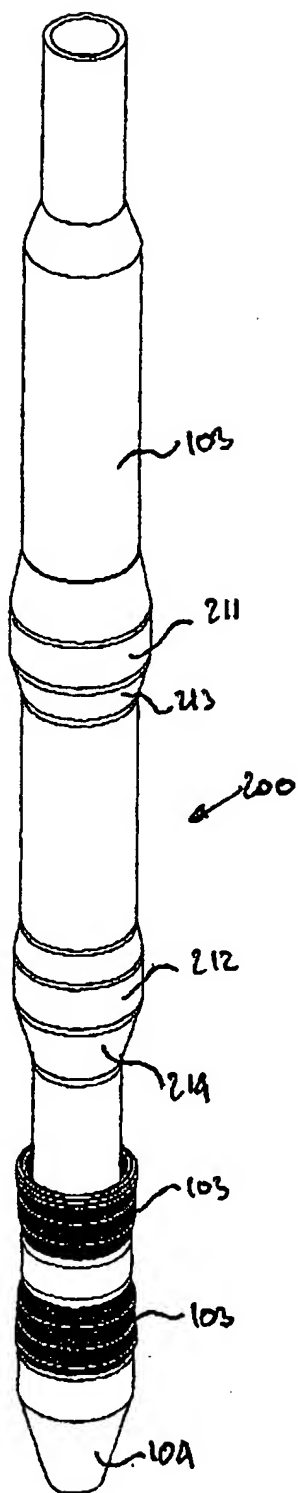


Fig 9

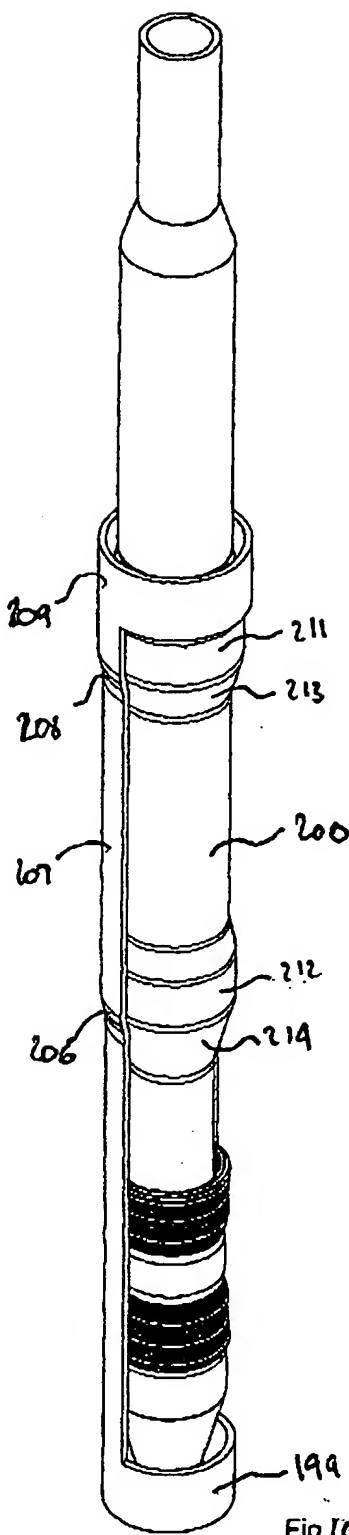
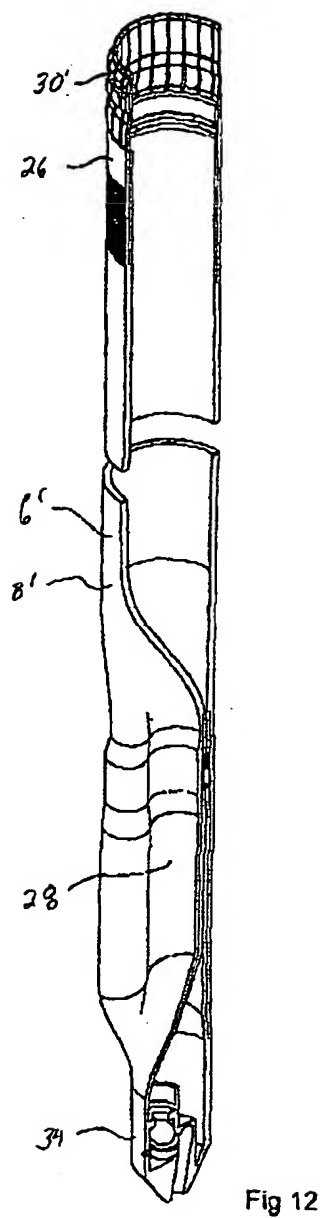
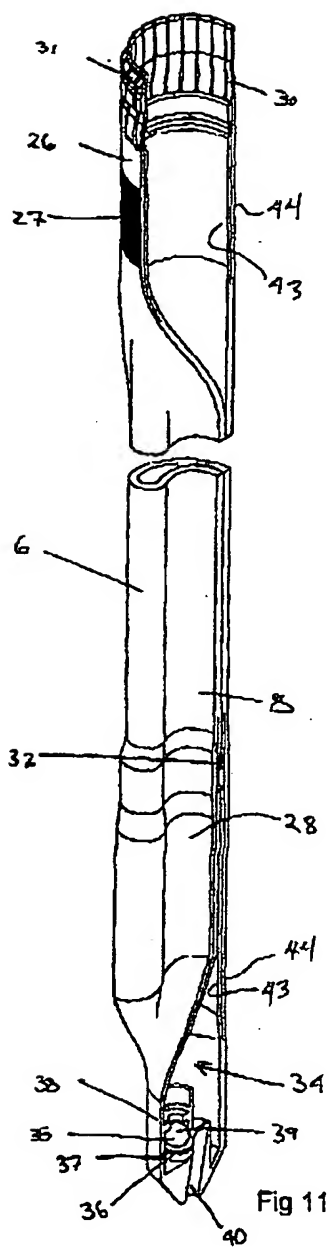


Fig 10



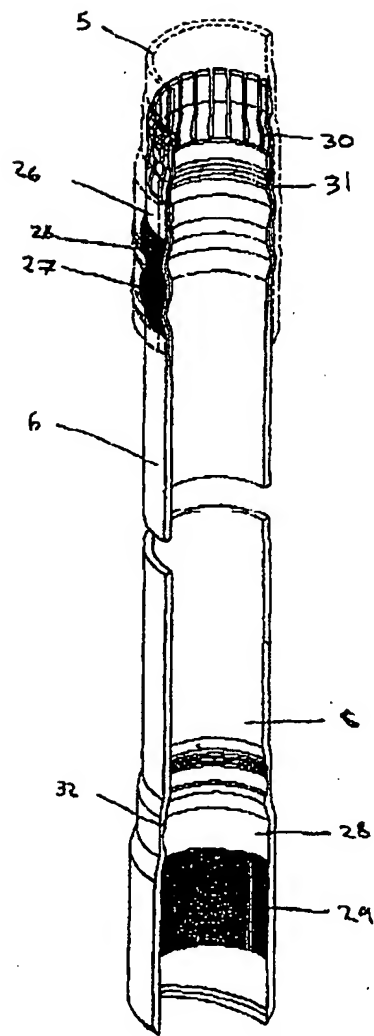


Fig 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. onal Application No

PCT/FR 01/03099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E21B43/10 E21B41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 07957 A (NOBILEAU PHILIPPE) 26 February 1998 (1998-02-26) claim 21; figures 1-21	1
A	EP 0 952 306 A (SHELL INT RESEARCH) 27 October 1999 (1999-10-27) paragraphs '0027!-'0029!; figures 1-7	1
A	GB 2 053 326 A (IBALL E K) 4 February 1981 (1981-02-04) claims 1-6; figures 1-4	1
A	WO 00 50732 A (SHELL OIL CO) 31 August 2000 (2000-08-31) claim 7; figures 1-4	1

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 January 2002

Date of mailing of the international search report

25/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van Berlo, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. onal Application No

PCT/FR 01/03099

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	US 6 253 852 B1 (NOBILEAU PHILIPPE) 3 July 2001 (2001-07-03) cited in the application column 5, line 26-40; figures 1-32	11

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/FR 01/03099

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9807957	A	26-02-1998	US 5794702 A	18-08-1998
			AU 3781197 A	06-03-1998
			EP 0918917 A1	02-06-1999
			WO 9807957-A1	26-02-1998
			NO 990692 A	14-04-1999
EP 0952306	A	27-10-1999	EP 0952306 A1	27-10-1999
			AU 3823899 A	16-11-1999
			BR 9909832 A	26-12-2000
			CN 1298469 T	06-06-2001
			WO 9955999 A1	04-11-1999
			EP 1073825 A1	07-02-2001
			NO 20005307 A	20-10-2000
GB 2053326	A	04-02-1981	EP 0031818 A1	15-07-1981
			WO 8100132 A1	22-01-1981
WO 0050732	A	31-08-2000	AU 3603800 A	14-09-2000
			EP 1155218 A1	21-11-2001
			NO 20014038 A	20-08-2001
			WO 0050732 A1	31-08-2000
			US 6253850 B1	03-07-2001
US 6253852	B1	03-07-2001	US 5979560 A	09-11-1999
			AU 1290100 A	13-06-2000
			EP 1133618 A1	19-09-2001
			WO 0031375 A1	02-06-2000
			NO 20012560 A	23-05-2001
			AU 733469 B2	17-05-2001
			AU 8880598 A	29-03-1999
			EP 1012441 A1	28-06-2000
			WO 9913195 A1	18-03-1999
			NO 20001148 A	07-03-2000

Form PCT/ISA/Z10 (patent family annex) (July 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De . . . Internationale No
PCT/FR 01/03099

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 E21B43/10 E21B41/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 98 07957 A (NOBILEAU PHILIPPE) 26 février 1998 (1998-02-26) revendication 21; figures 1-21	1
A	EP 0 952 306 A (SHELL INT RESEARCH) 27 octobre 1999 (1999-10-27) alinéas '0027!-'0029!; figures 1-7	1
A	GB 2 053 326 A (IBALL E K) 4 février 1981 (1981-02-04) revendications 1-6; figures 1-4	1
A	WO 00 50732 A (SHELL OIL CO) 31 août 2000 (2000-08-31) revendication 7; figures 1-4	1

-/--

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré leditement
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 janvier 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/01/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

van Berlo, A

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième édition) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De e Interrogatoire No
PCT/FR 01/03099

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
P,A	US 6 253 852 B1 (NOBILEAU PHILIPPE) 3 juillet 2001 (2001-07-03) cité dans la demande colonne 5, ligne 26-40; figures 1-32	11

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la dernière feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Des : Internationale No

PCT/FR 01/03099

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9807957	A	26-02-1998	US 5794702 A AU 3781197 A EP 0918917 A1 WO 9807957 A1 NO 990692 A	18-08-1998 06-03-1998 02-06-1999 26-02-1998 14-04-1999
EP 0952306	A	27-10-1999	EP 0952306 A1 AU 3823899 A BR 9909832 A CN 1298469 T WO 9955999 A1 EP 1073825 A1 NO 20005307 A	27-10-1999 16-11-1999 26-12-2000 06-06-2001 04-11-1999 07-02-2001 20-10-2000
GB 2053326	A	04-02-1981	EP 0031818 A1 WO 8100132 A1	15-07-1981 22-01-1981
WO 0050732	A	31-08-2000	AU 3603800 A EP 1155218 A1 NO 20014038 A WO 0050732 A1 US 6253850 B1	14-09-2000 21-11-2001 20-08-2001 31-08-2000 03-07-2001
US 6253852	B1	03-07-2001	US 5979560 A AU 1290100 A EP 1133618 A1 WO 0031375 A1 NO 20012560 A AU 733469 B2 AU 8880598 A EP 1012441 A1 WO 9913195 A1 NO 20001148 A	09-11-1999 13-06-2000 19-09-2001 02-06-2000 23-05-2001 17-05-2001 29-03-1999 28-06-2000 18-03-1999 07-03-2000

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe (familles de brevets) (juillet 1992))

THIS PAGE BLANK (USPTO)